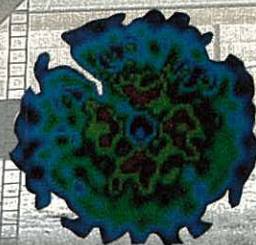
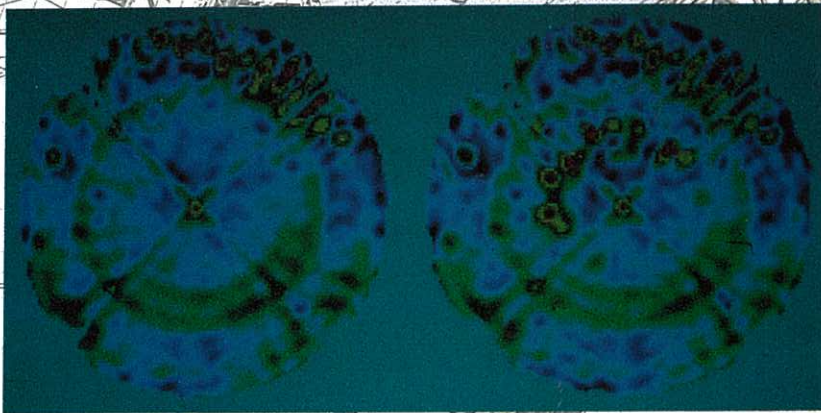


Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
Netherlands Foundation for Research in Astronomy

annual report
jaarverslag

1990



Errata JAARVERSLAG 1990

STICHTING ASTRONOMISCH ONDERZOEK IN NEDERLAND

- Blz. 83 figuur 3.1: ... Van links naar rechts: ... *moet zijn*
 ... **Van rechts naar links:** ...
- Blz. 267 DAS: Dwingeloo Autorcorrelation Spectrometer *moet zijn* Dwingeloo
 Autocorrelation Spectrometer.
- Blz. 277 Barthel, Dr. P.D.: ESTEC, 01719-86555 *moet zijn* **Groningen, 050-634064.**
- Blz. 278 Bregman, Ir. J.D.: ... 05939-387 *moet zijn* ... 05939-2387.
- Blz. 278 Brouw, Prof.dr. W.N.: ... 05930-(2)3514 *moet zijn* ... 05930-23514.
- Blz. 280 Hin, A.C.: ... 05939-464 *moet zijn* ... 05939-2464.
- Blz. 282 Murdin, Dr. P.G.: RGO *moet zijn* **ROE.**
- Blz. 283 Rots, Dr. A.H.: VLA *moet zijn* **NASA Goddard Space Flight Center,**
 Code 666 Greenbelt, MD 20771, USA.
- Blz. 284 Stiepel, H.J.: ... 05930-(2)3975 *moet zijn* ... 05930-23975.
- Blz. 284 Strom, Dr. R.G.: ... 05930-(2)2327 *moet zijn* ... 05930-22327.

Errata ANNUAL REPORT 1990

NETHERLANDS FOUNDATION FOR RESEARCH IN ASTRONOMY

- Page 83 figuur 3.1: ... Van links naar rechts: ... *should be*
 ... **Van rechts naar links:** ...
- Page 267 DAS: Dwingeloo Autorcorrelation Spectrometer *should be* Dwingeloo
 Autocorrelation Spectrometer.
- Page 277 Barthel, Dr. P.D.: ESTEC, 01719-86555 *should be* **Groningen, 050-634064.**
- Page 278 Bregman, Ir. J.D.: ... 05939-387 *should be* ... 05939-2387.
- Page 278 Brouw, Prof.dr. W.N.: ... 05930-(2)3514 *should be* ... 05930-23514.
- Page 280 Hin, A.C.: ... 05939-464 *should be* ... 05939-2464.
- Page 282 Murdin, Dr. P.G.: RGO *should be* **ROE.**
- Page 283 Rots, Dr. A.H.: VLA *should be* **NASA Goddard Space Flight Center,**
 Code 666 Greenbelt, MD 20771, USA.
- Page 284 Stiepel, H.J.: ... 05930-(2)3975 *should be* ... 05930-23975.
- Page 284 Strom, Dr. R.G.: ... 05930-(2)2327 *should be* ... 05930-22327.

**Stichting
Astronomisch Onderzoek
in Nederland**

Jaarverslag 1990

**Netherlands
Foundation for Research
in Astronomy**

Annual Report 1990

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 afwijkingen van de ideale paraboloidische vorm van de WSRT telescopen kunnen bepaald worden met een holografische meettechniek, waarbij tenminste twee telescopen gebruikt worden: één blijft gericht op een sterke puntbron, terwijl de te onderzoeken telescoop een raster van posities rondom deze puntbron doorloopt, zodat de straling van de puntbron vanuit verschillende richtingen op de spiegel valt. Als de telescoop geheel de juiste vorm heeft, verandert de fase van het interferometrisch gecombineerde signaal niet van het ene naar het andere rasterpunt. Uit de veranderingen van de fase kunnen de afwijkingen van de juiste vorm worden berekend. De programmatuur voor de metingen en de analyse ervan is ontwikkeld door H. van Someren Gréve.

In het rechthoekige vlak is het resultaat van twee holografische metingen van telescoop 3 in kleurcode weergegeven: de blauwe delen hebben de juiste vorm, paars en groen geven negatieve en positieve afwijkingen van 2 mm weer terwijl rood duidt op afwijkingen van 10 mm. Het gaas van de spiegel was niet goed meer bevestigd op het onderliggende raamwerk zodat het plaatselijk te hoog kwam te liggen. Dit veroorzaakte de grote fouten in het rechter plaatje. Links de situatie na het opnieuw vastzetten ervan in het binnenste deel van de spiegel.

De ronde figuren onder de rechthoek tonen de hoeveelheid straling die via verschillende delen van de spiegel op de ontvanger terecht komt: verreweg de meeste straling (rood) komt via de binnenste delen van de spiegel, veel minder (blauw) via de buitenste ring. Na de reparatie is dat nog meer het geval. Hoewel die buitendelen ook flinke afwijkingen vertonen, is dat daarom minder storend voor ideale ontvangst. Omdat de buitenste ring een groot deel van het oppervlak vertegenwoordigt is het toch de moeite waard daar te zijner tijd ook een correctie aan te brengen. De vierpoot waarop de ontvanger-doos rust veroorzaakt het kruis over de plaatjes.

Cover:

The results of holographic mapping of the surface of one of the fourteen dishes of the Westerbork Synthesis Radio Telescope, projected over a photo of part of the array. During the measurements the dish to be mapped is one element of an interferometer. It steps through a grid of positions around a strong point source, while the other element of the interferometer points at that source. The surface profile of the stepping telescope is constructed by Fourier transforming the measured far field pattern to a complex function related to the induced surface current. The phase of this function is a measure of the surface errors, while the amplitude is a measure of the feed illumination function and the reflection capability of the dish.

The top part of the cover picture shows the surface errors of telescope 3 before (on the right) and after (left) re-attaching the - originally glued - reflector mesh to the supporting structure. Only the central part was treated. Blue coloured areas have surface errors < 2 mm, green and purple areas deviate +2 and -2 mm respectively, while the red areas have errors in excess of +10 mm.

The bottom pictures show the corresponding reflection/illumination patterns. One can see the positive effect of the mesh repair here too. In these illumination patterns the shadow of the feed-support legs is clearly visible. The illumination of the outer parts of the dish is so low that the surface errors there affect the efficiency of the dish to a lesser extent. Still, the relatively large area of the outer ring makes improving its shape at a later date definitely worthwhile.

TABLE OF CONTENTS

	Page
1 Board and Program Committee	1
1.1 Report of the Board	1
1.2 Report of the Program Committee	9
2 Reports of the divisions	11
2.1 Westerbork Telescope Group	11
2.1.1 Summary	11
2.1.2 Operations	12
2.1.3 Receivers	16
2.1.4 Mechanical and electrical	22
2.2 Laboratory and Central Technical Services	35
2.2.1 Summary	35
2.2.2 Details of projects	36
2.2.3 Infrastructure	51
2.3 Computer Group	56
2.3.1 Summary	56
2.3.2 Software development	57
2.3.3 Maintenance of software and systems	60
2.3.4 British-Dutch projects and tasks	62
2.3.5 Operational tasks	65
2.3.6 Technical and scientific research	67
2.3.7 Organization and external tasks	68
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	75
2.5.3 Finances	76
2.5.4 Running the Dwingeloo Institute	76
2.5.5 Public relations	78
2.5.6 Staff association	80

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 Bestuur en Programma Commissie	1
1.1 Inleidend bestuursverslag	1
1.2 Verslag van de Programma Commissie	9
2 Afdelingsverslagen	11
2.1 Teleskoopgroep Westerbork	11
2.1.1 Algemeen overzicht	11
2.1.2 Het Waarneembedrijf	12
2.1.3 Het ontvanger systeem	16
2.1.4 Mechanische en elektrische systemen	22
2.2 Laboratorium en Centrale Technische Dienst	35
2.2.1 Samenvatting	35
2.2.2 Details van de projecten	36
2.2.3 Infrastructuur	51
2.3 Computergroep	56
2.3.1 Samenvatting en mutaties	56
2.3.2 Programmatuur ontwikkeling	57
2.3.3 Onderhoud systemen en programmatuur	60
2.3.4 Brits-Nederlandse projecten en taken	62
2.3.5 Operationele taken	65
2.3.6 Technisch en wetenschappelijk onderzoek	67
2.3.7 Organisatie en externe taken	68
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	75
2.5.3 Financiën	76
2.5.4 Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo	76
2.5.5 Popularisering	78
2.5.6 Personeelsvereniging	80

3	UK/NL Cooperation in Astronomical Research	81
3.1	Introduction	81
3.2	Summary	83
3.3	Personnel	85
3.4	Technical contributions	87
3.4.1	Optical Telescopes on la Palma	88
3.4.2	(Sub)millimeter Telescope on Hawaii	90
3.5	Joint Steering Committee and JCMT Board	91
3.6	Allocation of observing time to Dutch programmes	93
4	Summary of chapter 2	99
4.1	Telescope Group Westerbork	99
4.2	Laboratory and Central Technical Services	99
4.2.1	Summary	99
4.2.2	WSRT projects	100
4.2.3	Multibeam receiver project for the JCMT	102
4.2.4	Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)	102
4.2.5	CCD camera controllers	103
4.2.6	SCASIS	103
4.3	Computer Group	104
4.3.1	Summary	104
4.3.2	Software development	105
4.3.3	Maintenance of software and systems	105
4.3.4	British-Dutch projects and tasks	106
4.3.5	Operational tasks	107
4.3.6	Technical and scientific research	108
4.3.7	External tasks	108
4.4	Astronomy Group	109
4.4.1	General	109
4.4.2	Service tasks	110
4.4.3	Future projects	110

3	Brits-Nederlandse samenwerking in astronomisch onderzoek	81
3.1	Inleiding	81
3.2	Samenvatting	83
3.3	Personeel	85
3.4	Technische inspanning	87
	3.4.1 Optische telescopen op La Palma	88
	3.4.2 (Sub)millimeter teleskoop op Hawaï	90
3.5	Beleid en Bestuur	91
3.6	Toekenningen van waarneemtijd aan Nederlandse programma's	93
4	Summary of chapter 2	99
4.1	Telescope Group Westerbork	99
4.2	Laboratory and Central Technical Services	99
4.2.1	Summary	99
4.2.2	WSRT projects	100
4.2.3	Multibeam receiver project for the JCMT	102
4.2.4	Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)	102
4.2.5	CCD camera controllers	103
4.2.6	SCASIS	103
4.3	Computer Group	104
4.3.1	Summary	104
4.3.2	Software development	105
4.3.3	Maintenance of software and systems	105
4.3.4	British-Dutch projects and tasks	106
4.3.5	Operational tasks	107
4.3.6	Technical and scientific research	108
4.3.7	External tasks	108
4.4	Astronomy Group	109
4.4.1	General	109
4.4.2	Service tasks	110
4.4.3	Future projects	110

5	Research projects supported by ASTRON/NFRA	113
5.1	Working group Sun and Stars	113
5.2	Working group Interstellar Matter	114
5.3	Working group Stellar Systems	115
5.4	Other projects	116
5.5	Financial report on NFRA research projects	116
6	Astronomical reports	119
6.1	Astronomical research done by staff of the NFRA institute in Dwingeloo	119
6.1.1	Introduction	119
6.1.2	Comets	120
6.1.3	Stars and Compact objects	120
6.1.4	Galactic Supernova Remnants	121
6.1.5	Galactic Interstellar Medium	123
6.1.6	Normal galaxies	123
6.1.7	Active galaxies	132
6.1.8	Clusters of Galaxies	136
6.1.9	Cosmology	138
6.2	Highlights of research on Sun and Stars	140
6.2.1	The Sun and Solar-type stars	140
6.2.2	Massive stars, supergiants	143
6.2.3	Close binaries and neutron stars	147
6.2.4	Accretion disks	151
6.2.5	Instrumentation	152
6.2.6	The mass ratio distribution of binary stars	154
6.2.7	The dynamics of the winds of cool giants and supergiants	160
6.3	Highlights of research on Interstellar Matter	167
6.3.1	Diffuse Interstellar Medium	167
6.3.2	Supernova Remnants	174
6.3.3	Star Formation	175
6.3.4	Mass Loss from Stars	176
6.3.5	Circumstellar Shells and Late Stages of Stellar Evolution	178
6.3.6	Planetary Nebulae	181

5	Research projects supported by ASTRON/NFRA	113
5.1	Working group Sun and Stars	113
5.2	Working group Interstellar Matter	114
5.3	Working group Stellar Systems	115
5.4	Other projects	116
5.5	Financial report on NFRA research projects	116
6	Astronomical reports	119
6.1	Astronomical research done by staff of the NFRA institute in Dwingeloo	119
6.1.1	Introduction	119
6.1.2	Comets	120
6.1.3	Stars and Compact objects	120
6.1.4	Galactic Supernova Remnants	121
6.1.5	Galactic Interstellar Medium	123
6.1.6	Normal galaxies	123
6.1.7	Active galaxies	132
6.1.8	Clusters of Galaxies	136
6.1.9	Cosmology	138
6.2	Highlights of research on Sun and Stars	140
6.2.1	The Sun and Solar-type stars	140
6.2.2	Massive stars, supergiants	143
6.2.3	Close binaries and neutron stars	147
6.2.4	Accretion disks	151
6.2.5	Instrumentation	152
6.2.6	The mass ratio distribution of binary stars	154
6.2.7	The dynamics of the winds of cool giants and supergiants	160
6.3	Highlights of research on Interstellar Matter	167
6.3.1	Diffuse Interstellar Medium	167
6.3.2	Supernova Remnants	174
6.3.3	Star Formation	175
6.3.4	Mass Loss from Stars	176
6.3.5	Circumstellar Shells and Late Stages of Stellar Evolution	178
6.3.6	Planetary Nebulae	181

6.3.7	Thermal and chemical processes in the evolution of interstellar dust and gas	185
6.4	Highlights of research on Stellar Systems	190
6.4.1	Stellar Evolution in the Galactic Bulge	190
6.4.2	Nearby Galaxies	190
6.4.3	Clusters of Galaxies	206
6.4.4	Radio Galaxies and Quasars	210
6.4.5	Large Scale Structure in the Universe	217
7	Organization	219
7.1	Board/Advisory Council	219
7.2	Management	220
7.3	Program Committee	220
7.4	Foreign Advisors	220
7.5	Quality Monitoring Committee	221
7.6	Committees National ASTRON Working Groups	221
7.7	Works Council	223
7.8	General parts committee	223
7.9	Laboratory instruments committee	224
7.10	General popular contacts	224
7.11	UK/NL Steering Committee	224
7.12	NL Membership of UK/NL Committees	225
7.13	Membership (Inter)national committees	226
8	Personnel	229
8.1	General Affairs	229
8.2	Telescope Group	230
8.3	Central Technical Services	230
8.4	Laboratory	231
8.5	Computer Group	232
8.6	Astronomy Group	233
8.7	Personnel seconded to UK/NL observatories	233
8.8	Guests	233

6.3.7	Thermal and chemical processes in the evolution of interstellar dust and gas	185
6.4	Highlights of research on Stellar Systems	190
6.4.1	Stellar Evolution in the Galactic Bulge	190
6.4.2	Nearby Galaxies	190
6.4.3	Clusters of Galaxies	206
6.4.4	Radio Galaxies and Quasars	210
6.4.5	Large Scale Structure in the Universe	217
7	Organisatie	219
7.1	Bestuur en Raad van Advies van de Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland	219
7.2	Direktie	220
7.3	Programma Commissie	220
7.4	Buitenlandse Adviseurs	220
7.5	Quality Monitoring Committee	221
7.6	Commissies Landelijke ASTRON Werkgemeenschappen	221
7.7	Dienst Commissie (DC)	223
7.8	Magazijncommissie	223
7.9	Meetinstrumentencommissie	224
7.10	Algemene kontakten voor popularisering	224
7.11	Stuurgroep UK/NL Samenwerking	224
7.12	Nederlandse lidmaatschappen UK/NL commissies	225
7.13	Lidmaatschappen (Inter)nationale commissies	226
8	Personeel	229
8.1	Afdeling Algemene Zaken	229
8.2	Teleskoopgroep	230
8.3	Centrale Technische Dienst	230
8.4	Laboratorium	231
8.5	Computergroep	232
8.6	Astronomen	233
8.7	Uitgezonden in het kader UK/NL-samenwerking	233
8.8	Gastmedewerkers	233

Appendix A Finances	235
Appendix B Observing Facilities	237
B.1 The Westerbork Synthesis Radio Telescope	237
B.2 The 25-metre Dwingeloo telescope	243
Appendix C Publications and reports	245
C.1 Research papers	245
C.2 Review papers and conference contributions	248
C.3 Dissertations	254
C.4 Internal Technical Reports	255
C.5 Notes	255
C.6 Popular papers	256
C.7 Papers in Newsletters	257
C.8 Colloquia in Dwingeloo in 1990	257
C.9 Colloquia given by NFRA staff	259
C.10 Conference attendance of NFRA staff	262
Appendix D Abbreviations	267
Appendix E Addresses	271
E.1 Institutes	271
E.2 Persons	277

Appendix A Financiën	235
Appendix B Observing Facilities	237
B.1 The Westerbork Synthesis Radio Telescope	237
B.2 The 25-metre Dwingeloo telescope	243
Appendix C Publikaties en rapporten	245
C.1 Onderzoek artikelen	245
C.2 Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen	248
C.3 Proefschriften	254
C.4 Internal Technical Reports	255
C.5 Notes	255
C.6 Populaire artikelen	256
C.7 Artikelen in Newsletters	257
C.8 Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1990	257
C.9 Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo	259
C.10 Deelname aan congressen en conferenties van medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo	262
Appendix D Afkortingen	267
Appendix E Adreslijst	271
E.1 Instituten	271
E.2 Personen	277

1 Bestuur en Programma Commissie

1.1 Inleidend bestuursverslag

door J. van Paradijs

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 Hawaii. 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 de Stichting ASTRON (zie §7.1) vergaderde in 1990 zes maal, en één maal samen met het bestuur van de NWO Stichting SRON. Belangrijke onderwerpen van beraad in deze vergaderingen waren onder andere de wetenschappelijke prioriteiten van ASTRON voor de komende tien jaar ("ASTRON in de jaren negentig"), de vernieuwing van de directiestructuur en, ter behoud van de Utrechtse instrumentatiegroep voor de Nederlandse sterrenkunde, de relatie van deze groep met de Kapteyn Sterrewacht Werkgroep.

De Stichting heeft een Raad van Advies (zie §7.1), benoemd door het Bestuur. Deze Raad vormt een brede vertegenwoordiging van de Nederlandse astronomische gemeenschap, en adviseert het Bestuur, gevraagd dan wel ongevraagd, met betrekking tot het wetenschappelijk beleid van de Stichting. De Raad kwam in 1990 twee maal bijeen en adviseerde o.a. over de nota "ASTRON in de jaren negentig" en over de ingediende aanvragen voor projectsubsidies.

Een belangrijk orgaan van de Stichting is ook de programmacommissie (zie §7.3), die als hoofdtaak heeft het beoordelen van

voorstellen voor waarnemingen met de telescopen te Westerbork en Dwingeloo, en het toewijzen van waarneemtijd.

Onderzoekprojecten

In 1990 werden door ASTRON in totaal 24.1 persoonjaren voor onderzoekprojecten gefinancierd, waarvan 21.5 voor oio's en 2.6 voor postdocs. De onderzoekprojecten worden in meer detail in hoofdstuk 5 van dit jaarverslag besproken. In 1990 werden 3 nieuwe projecten gestart op grond van in 1989 goedgekeurde projectvoorstellen, terwijl 5 projecten werden beëindigd.

Anders dan in voorgaande jaren werden in 1990 bij wijze van experiment de nieuwe voorstellen niet in de commissies van de landelijke werkgemeenschappen beoordeeld, maar in een commissie die bestond uit de Raad van Advies en de secretarissen van de drie werkgemeenschappen. De Raad van Advies zal deze procedure in het voorjaar van 1991 evalueren en het Bestuur adviseren over de beoordelingsprocedure voor de komende jaren. Het Bestuur van ASTRON is verheugd dat ondanks het niet zo rooskleurige financiële vooruitzicht, in totaal 27 voorstellen voor projecten werden ingediend. Eén van de voorstellen betrof een algemene aanvraag voor een postdoc op het gebied van de extragalactische sterrenkunde, dit na een eerdere discussie terzake in de Raad van Advies. De commissie selecteerde 14 voorstellen die naar haar inzicht van zo goede kwaliteit zijn dat ze voor financiering in aanmerking dienen te komen, en stelde voor deze voorstellen een prioriteitsvolgorde vast. Hoewel de financiële ruimte beperkt was besloot het Bestuur om in 1991 de postdoc positie op het gebied van de extragalactische sterrenkunde en de zes oio-voorstellen die bij de beoordeling de hoogste prioriteit hadden gekregen, te ondersteunen. De definitieve toewijzingen werden in sommige gevallen afhankelijk gesteld van voorwaarden, zoals bijvoorbeeld de succesvolle lancering van het Gamma Ray Observatory. Op deze wijze zal in 1991 een bedrag van kf 1200 aan onderzoeksprojecten worden besteed (in 1990 bedroegen deze uitgaven kf 1100); hierbij zal rekening moeten worden gehouden met uitgaven voor personele verplichtingen in het kader van de UK/NL samenwerking.

Het ASTRON Bestuur is zeer verheugd dat het bestuur van NWO in 1990 besloot om een door de stichting ASTRON ingediend voorstel voor PIONIER steun, ten behoeve van een gezamenlijk project van dr. M. van der Klis en Prof. dr. F. Verbunt, te honoreren. Dit betreft het

onderzoeksprogramma "Fundamentele eigenschappen van neutronensterren en zwarte gaten" dat door de Rijksuniversiteit Utrecht en Universiteit van Amsterdam in CHEAF verband zal worden uitgevoerd.

Directiestructuur

In het laatste decennium is het takenpakket van ASTRON (de oude SRZM) sterk uitgebreid door de UK/NL samenwerking en deelname van de WSRT in het Europese VLBI netwerk, en zijn daarnaast door het samengaan van SRZM en het oude ASTRON ook de onderzoeksprojecten aan de universiteiten daaraan toegevoegd. De beperkte financiële ruimte van de stichting maakt het noodzakelijk dat op afzienbare termijn een aantal moeilijke en fundamentele beleidsbeslissingen genomen moeten worden. Hierbij is continuïteit in de persoon van de directievoorzitter van groot belang. In november 1989 werd daarom het principebesluit genomen om de huidige directiestructuur met een roulerend voorzitter te wijzigen in één waarin de directeur wordt benoemd voor een periode van 5 jaar met de mogelijkheid van herbenoeming. Op advies van de directie besloot het bestuur op 27 juni een extern advies in te winnen over de implementatie van dit principebesluit. De opdracht hiertoe werd gegeven aan de heer T.P. van Vliet van Moret Ernst & Young Management Consultants te Utrecht, die op 18 september advies uitbracht aan het Bestuur. Naar aanleiding van dit advies besloot het Bestuur in zijn vergadering van 20 september om op zo kort mogelijke termijn de bovengenoemde structuurwijziging in de directie tot stand te brengen en een brede commissie te benoemen voor de selectie van de nieuw te benoemen directeur. Tevens werd besloten binnen de stichting een management team in te stellen ter adequate ondersteuning van de directeur op de terreinen van beleid en beheer van personeel en financiën en waarin periodiek overleg van de directeur met de afdelingshoofden plaats vindt. Het Bestuur heeft de directie over deze besluiten op 24 september geïnformeerd; vervolgens heeft de directie de dienstcommissie en daarna het personeel geïnformeerd. Op 5 oktober werd overleg gevoerd tussen het Bestuur en een vertegenwoordiging van de directeur van NWO. NWO werd geïnformeerd over het standpunt van het Bestuur en reageerde hierop positief. In zijn vergadering van 7 november stelde het Bestuur de profielschets en de advertentietekst voor de directeurspositie vast. Bij het schrijven van dit verslag is de benoemingsprocedure afgerond.

Westerbork en Dwingeloo telescopen, VLBI

De WSRT werd in 1990 voor waarnemingen bij vier beschikbare golflengten (6, 21, 49 en 92 cm) gebruikt; voor VLBI werd de WSRT bovendien gebruikt bij 18 cm. Gedurende de zomer werd een eerste serie testwaarnemingen bij 92 cm verricht met de nieuwe "mosaicking" methode, waarbij in een korte tijd een relatief groot veld aan de hemel kan worden waargenomen. Deze test is succesvol verlopen; in december werden de eerste routinematige waarnemingen bij 49 cm uitgevoerd ten behoeve van de WENSS, de grote Westerbork survey van de gehele hemel ten noorden van declinatie 20° . Uit een onderzoek naar de slijtage-toestand van de WSRT bleek dat het bij deze nieuwe methode van waarnemingen noodzakelijke grote aantal telescoopbewegingen geen groot nadeel met zich meebrengt. Een punt van zorg zijn de in 1990 frequent opgetreden problemen met de DLB/DXB, die deden vrezen dat de 15 jaar oude componenten in dit systeem aan het eind van hun werkzame leven zijn gekomen (zie hiervoor ook 2.2.2.1.1).

De 25 meter telescoop te Dwingeloo werd in 1990 gebruikt voor een grote HI survey van de Melkweg met de 1000 kanaals autocorrelator spectrometer.

Als onderdeel van de besluitvorming door de Europese Gemeenschap over de aanvraag van het European VLBI Network voor financiering van een Europees centrum voor VLBI gegevensverwerking te Dwingeloo werd door de Advisory Group on European Ground Based Astronomy van de European Science Foundation een zeer positief advies opgesteld. Het bestuur heeft met instemming van dit advies kennis genomen.

Het Instituut ASTRON in Dwingeloo

Hierboven zijn reeds enkele belangrijke aspecten van het waarnemingsbedrijf van het instituut ASTRON genoemd. In de paragrafen 2.2 en 2.3 wordt over de activiteiten van de afdelingen Laboratorium/CTD en de Computergroep gerapporteerd. Op deze plaats kan volstaan worden met het vermelden van enkele hoogtepunten van dit werk.

De bouw van de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) voor de JCMT submillimeter telescoop op Hawaii werd dit jaar vrijwel voltooid. Hiermee nadert één van ASTRON's allergrootste contracten voor instrumentatie van een telescoop buiten Nederland zijn afsluiting. Tegen het eind van 1991 zal de spectrometer hopenlijk in gebruik genomen kunnen worden. De programmatuur voor de besturing en calibratie ervan, en voor de eerste verwerking van de gegevens wordt door de computergroep verzorgd.

Het ontwerp voor de nieuwe multi-frequentie frontends voor de WSRT is zover gevorderd dat het ontwikkelen van het prototype het voornaamste en meest menskracht-intensieve project van het Laboratorium voor het volgende jaar wordt.

In de computergroep is het ontwikkelen van nieuw reductie-programmatuur voor de WSRT gegevens echt op gang gekomen nu enkele stafleden van de groep zijn teruggekeerd van hun detacheringen op Hawaïi en La Palma. Tegen het eind van het jaar is besloten dat deze nieuwe programmatuur in te passen zal moeten zijn of tenminste gemakkelijk zal moeten aansluiten bij een internationaal geaccepteerd gegevensreductiesysteem. Dit vooral om ook WSRT gebruikers buiten Nederland de gelegenheid te geven hun gegevens thuis te analyseren. Aangezien bij NRAO een soortgelijke ontwikkeling gaande is om het VLA-pakket AIPS grondig te vernieuwen doet zich een goede gelegenheid voor om tot samenwerking met één of meer internationale partners te komen. Ten tijde van het schrijven van dit jaarverslag ziet het ernaar uit deze samenwerking inderdaad tot stand zal komen en tot goede resultaten zal leiden.

Brits-Nederlandse samenwerking

Op 16 oktober werd door de Duke of Edinburgh de MacRobert Award, een belangrijke Britse onderscheiding voor innovatief technologisch werk, uitgereikt aan een team van vijf personen, onder wie Ir. J.L. Casse van ASTRON, die sleutelposities hebben vervuld bij het ontwerp en de constructie van de James Clerk Maxwell Telescoop (figuur 3.1).

Op de drie telescopen op La Palma (de William Herschel Telescoop, de Isaac Newton Telescoop, en de Jacobus Kapteyn Telescoop, met spiegeldiameters van respectievelijk 4.2, 2.5 en 1.0 meter) werd gezamenlijk 16 procent van de waarnemtijd besteed aan Nederlandse projecten, voor de 15-meter James Clerk Maxwell Telescoop op Hawaïi was dit 15 procent. Voor gedetailleerde rapportage hierover zij verwezen naar hoofdstuk 3 van dit jaarverslag.

Als uitvloeisel van de overeenkomst tussen SERC en NWO levert Nederland een mankrachtbijdrage aan de exploitatie van de UK/NL faciliteiten. Hieronder vallen de bemanning van de observatoria op La Palma en Hawaïi, en de liaison astronomen op de Royal Greenwich Observatory en de Royal Observatory Edinburgh die het contact met de Nederlandse astronomische gemeenschap onderhouden. Een gedetailleerd overzicht van de detacheringen wordt in hoofdstuk 3 gegeven.

Financiële krapte maakt het de universiteiten moeilijk om de oorspronkelijke bedoeling, dat zij de helft van de benodigde mankracht zouden leveren, te realiseren. Dit probleem wordt nu verschoven door het tekort uit het budget voor de projectsubsidies te financieren.

Per 1 september 1990 werd Dr. J. Lub (RUL) voor een periode van 3 jaar benoemd tot Head of Operations van de ING op La Palma.

Naar aanleiding van een aantal gevallen waarin problemen bleken op te treden bij het verkrijgen van visa voor naar La Palma uit te zenden personeel heeft ASTRON de wens uitgesproken dat Nederland toetreedt tot de CCI, het overkoepelende wetenschappelijke orgaan dat alle internationale faciliteiten op La Palma bundelt. Het Algemeen bestuur van NWO heeft ingestemd met de toetreding tot het verdrag over Cooperacion en materia de astrofisica, waarin de participerende landen (Spanje, Denemarken, Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en Zweden) intenties hebben vastgelegd over internationale samenwerking op astrofysisch gebied op het Roque de los Muchachos observatorium op la Palma, en Spanje de toegang tot het observatorium garandeert. Ultimo 1990 was NWO nog in bespreking met de ministeries van Onderwijs & Wetenschappen en Buitenlandse Zaken over de implementatie van de voornemens.

In 1989 begon, na een desbetreffend verzoek van het NCA, op initiatief van het ASTRON Bestuur overleg tussen de Kapteyn Sterrewacht Werkgroep en de Vakgroep Sterrenkunde van de RUU, dat als doel had de instrumentatiegroep van de vakgroep, en daarmee de Utrechtse bijdrage aan ontwerp en constructie van instrumenten voor de UK/NL samenwerking en de VLT van ESO, te behouden. Dit overleg leidde in 1990 tot het besluit van de vakgroep om toe te treden tot de KSW, en daarin permanent bij te dragen met twee technisch/wetenschappelijke stafleden. Verder is de intentie uitgesproken dat de Centrale Werkplaats van de Faculteit Natuur- en Sterrenkunde van de RUU op contractbasis werkzaamheden zal uitvoeren voor de KSW met een omvang van circa 3 mensjaar per jaar.

Gedurende de besluitvorming van de SERC over de locatie van de toekomstige Britse 8 meter telescoop werd het bestuur van NWO in de loop van 1990 door SERC geconsulteerd. Er waren twee opties, een samenwerking met de USA en Canada (bouw van twee zulke telescopen, één op Hawaii en één in Chili), of de bouw van een 8 meter telescoop op La Palma met Spanje als belangrijkste partner. Hoewel Nederland in geen van beide opties partner zou zijn bleek uit een raadpleging

van de Nederlandse astronomische gemeenschap door de voorzitter van ASTRON dat er een voorkeur bestond voor La Palma als plaats van de Britse 8 meter telescoop. In december 1990 besloot het Council van SERC de voorkeur aan de Hawaii/Chili optie te geven. ASTRON gaat er van uit dat ook na deze beslissing van SERC de sterrenwacht op La Palma op een internationaal topniveau zal blijven functioneren.

ASTRON in de jaren negentig

In de jaren '80 is door ASTRON sterk de nadruk gelegd op de opbouw van de Brits/Nederlandse samenwerking op La Palma en Hawaii, en de exploitatie van deze sterrewachten. In de huidige situatie kan worden gesteld dat, hoewel de Nederlandse sterrenkunde in hoge mate multi-spectraal is, het radio- en het optische deel van het spectrum sleutelgebieden zijn. Bezuinigingen bij de universiteiten hebben geleid tot een geringere inspanning van daaruit dan oorspronkelijk de bedoeling was, en tot een sterke druk op de mankracht van ASTRON die zich vooral heeft doen voelen door een afname van het strategisch-technisch onderzoek van de stichting en van de projectsubsidies van ASTRON.

Nederland neemt in de sterrenkunde een prominente plaats in, en voor handhaving daarvan zal in het komend decennium een krachtige ontwikkeling van de bestaande faciliteiten en van nieuwe initiatieven vereisen. Tot ca. 1995 liggen de ontwikkelingen globaal gesproken vast op basis van de implementatie van de in het Strategisch Plan van de Nederlandse Sterrenkunde geformuleerde prioriteiten. Voor de jaren daarna liggen de plannen nog niet vast.

Tussen de astronomische wensen en de mogelijkheden van het ASTRON bedrijf bestaat een discrepantie. Om het strategisch-technisch onderzoek, dat absoluut noodzakelijk is voor een gezonde toekomst van de Nederlandse sterrenkunde, veilig te stellen dient daarom op korte termijn een besluit ten aanzien van de wetenschappelijke prioriteiten in ASTRON te worden genomen. Binnen de Nederlandse astronomische gemeenschap en de Stichting ASTRON is hiertoe een proces van bezinning op gang gekomen. De Raad van Advies vergaderde over dit onderwerp op 28 mei en 9 november, maar kwam niet tot een eensgezind advies.

Op 27 september werd te Utrecht een "brainstormdag" georganiseerd waar de vraag aan de orde werd gesteld welke richting de Nederlandse sterrenkunde na 1995 zou moeten inslaan en wat in het jaar 2000 de wetenschappelijke prioriteiten zouden moeten zijn. Aan

deze discussiedag werd door een grote fractie van de Nederlandse sterrenkundigen deelgenomen. Hier kwam duidelijk naar voren dat de astronomische wensen een zeer breed gebied bestrijken en in observationele termen vertaald neerkomen op toegang tot het gehele electromagnetische spectrum. Hoewel er op deze dag geen consensus viel te bespeuren was toch wel een prioriteitsvolgorde te herkennen; op het instrumentele vlak waren dit radio- en optische faciliteiten, en met betrekking tot de infrastructuur een vergroting van het aantal postdoc posities.

Eind november werd door het Bestuur aan de universitaire vakgroepen een advies gevraagd over de in te zetten menskracht op projecten op kortere termijn.

Uit deze discussie is naar voren gekomen dat het grootste belang gehecht moet worden aan de vernieuwing van het ontvangersysteem voor de WSRT en voor ontwikkelingen op de La Palma sterrenwacht (met name in de richting van hoog oplossend vermogen en interferometrie in het optische en infrarood gebied). Het Bestuur heeft in dit kader een IAS/IIS aanvraag 1992-1996 bij NWO ingediend, waarin financiering wordt gevraagd voor de verdere ontwikkeling en bouw van de multi-frequency frontends en de daarbij noodzakelijke vernieuwing van het backend en IF systeem. Daarmee zal de WSRT midden jaren negentig in de radio astronomie in wereldverband vooraan staan.

Ter voorbereiding van het beleid op lange termijn heeft het bestuur een kleine commissie ingesteld wier rapport voor het eind van de zomer van 1991 beschikbaar zal zijn.

Personeel en Organisatie

Per 31 december 1990 trad W. Brouw af als voorzitter van de directie, na deze functie met onderbrekingen gedurende 10 jaar te hebben vervuld. Het Bestuur is hem bijzonder erkentelijk voor het vele werk dat hij voor de Stichting in die lange periode heeft verricht. Per 1 januari 1991 heeft het Bestuur W. Boland bij NWO voorgesteld als interim-directeur, totdat de nieuw aan te stellen directeur daadwerkelijk zal zijn benoemd; hiermee wordt een start gemaakt met de in eerder in dit hoofdstuk beschreven nieuwe structuur.

Binnen NWO is er een tendens om meer en meer te decentraliseren, waarbij bevoegdheden en beslissingen meer bij de stichtingen komen te liggen. In 1990 werd de afdeling Personeelszaken gedecentraliseerd, en het is te verwachten dat dit in de loop van 1991 met

Financiële Zaken zal gebeuren. Dit heeft als voordeel dat verantwoordelijkheden en structuren duidelijker worden, maar het legt ook een groter beslag op menskracht van de stichting.

1.2 Verslag van de Programma Commissie

De Programma Commissie (PC) van de stichting ASTRON heeft tot taak het beoordelen en toekennen van aanvragen voor waarneemtijd op de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) en op de 25 m Dwingeloo telescoop. Verder houdt de PC toezicht op het verkrijgen van bruikbare resultaten uit de uitgevoerde waarneemprogramma's. Waarneemvoorstellen worden door twee leden van de PC voorzien van een pre-advies alvorens ze door de voltallige commissie worden besproken en beoordeeld. De beoordelingen van de PC zijn openbaar.

De samenstelling van de PC staat vermeld in hoofdstuk 7 van dit jaarverslag. Dr. C.P. O'Dea trad per 1 september af als lid van de PC na deze functie sedert maart 1988 op zorgvuldige wijze te hebben vervuld. Een opvolger wordt in de loop van 1991 benoemd.

De PC vergaderde in 1990 twee maal: op 28 maart en 19 september. In de vergadering van 28 maart is tijd op de WSRT toegekend voor: 5 voorstellen op 6 cm (ca. 200 uur), 11 voorstellen op 21 cm (ca. 600 uur), 2 voorstellen op 49 cm (ca. 50 uur) en 1 voorstel op 92 cm golflengte (ca. 70 uur) met de WSRT. Daarnaast zijn 2 voorstellen gehonoreerd op 18 cm golflengte met de Dwingeloo 25 m telescoop (ca. 600 uur). In de vergadering van 19 september zijn 8 interim voorstellen voor 6 cm waarnemingen (ca 200 uur) goedgekeurd, en daarnaast 7 nieuwe voorstellen op 6 cm (ca. 180 uur), 9 voorstellen op 49 cm (ca. 350 uur) en 3 voorstellen op 92 cm golflengte (ca. 1500 uur). Elf van de achtendertig ingediende waarneemvoorstellen voor de WSRT hadden projectleiders werkzaam in het buitenland. De verdeling van toegekende waarneemtijd komt met deze verhouding ook redelijk overeen, 25 tegenover 75 procent.

Forse toekenningen van waarneemtijd zijn gemaakt aan het eerste deel van het WENSS (WEsterbork Northern Sky Survey) project, dat als doel heeft het in kaart brengen van de hele noordelijke hemel op 92 cm en geselecteerde gebieden op 49 cm. Voor voltooiing van dit project is nog ongeveer een jaar netto waarneemtijd nodig. Het zou in een periode van 4 à 5 jaar afgemaakt kunnen worden.

2 Afdelingsverslagen

2.1 Teleskoopgroep Westerbork

2.1.1 Algemeen overzicht

Het jaaroverzicht van het telescoopgebruik over 1990 vertoont een vertrouwd beeld, lokale interferometrie afgewisseld met VLBI. De VLBI golflengten pasten dit jaar iets beter in het standaard waarneemschema zodat het aantal systeemwisselingen iets minder kon zijn dan in de voorgaande jaren.

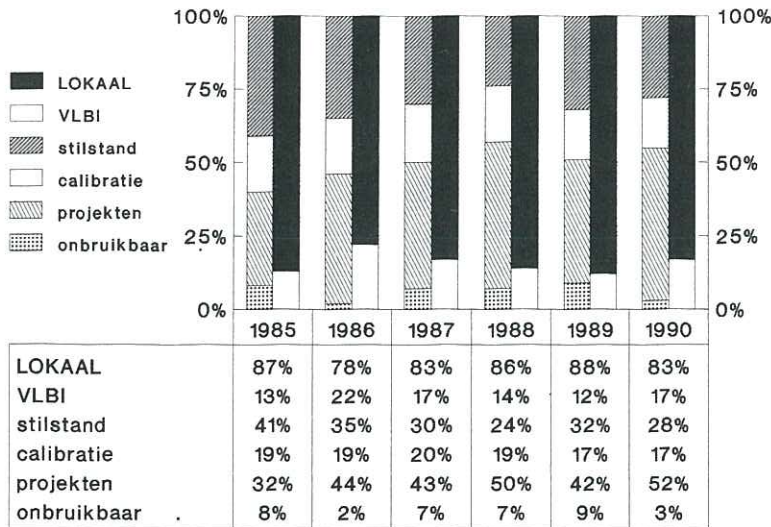
De in december begonnen 21 cm waarneemperiode werd eind januari afgesloten met de overgang naar 92 cm. Gedurende deze 92 cm periode werden we opgeschrikt door een zeer sterke externe storing die gelukkig na overleg met de militaire autoriteiten ongedaan gemaakt kon worden. Deze waarneemperiode werd onderbroken door VLBI op 6 cm en 18 cm. Dit was de eerste VLBI met de Mk3 *high density upgrade*.

In de hierna volgende 6 cm en 21 cm periode bleek dat het DXB een snelle toename van het aantal correlatorfouten liet zien. Dit heeft met name in de 21 cm tijd in de zomer veel aandacht gevraagd. De belangrijkste vraag is of er een steeds groter wordende fractie van de componenten aan het einde van hun werkzame bestaan komt of dat een totaal andere oorzaak in het spel is.

De nieuwe waarneem methode "mosaicking" is dit jaar uitgetest en operationeel gemaakt.

Het najaar is grotendeels besteed aan 49 cm waarnemingen onderbroken door 6 cm VLBI. In de 6 cm tijd heeft ook de pointing van de telescopen de nodige aandacht gehad.

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 ook gegeven. De tabellen aan het eind van dit hoofdstuk bevatten de belangrijkste feitelijke informatie betreffende de waarnemingen van het jaar 1990: 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 lijst van de waargenomen programma's met de eraan bestede tijd in tabel 2.1.3.



Figuur 2.1.1

Gebruik van de WSRT teleskooptijd 1985-1990. De linker kolom geeft de verdeling over de totale tijd weer. Welk deel van de "projecten" 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):

1985: 78/40, 1986: 70/69, 1987: 74/39, 1988: 58/58, 1989: 77/56, 1990: 64/54

Distribution of the total WSRT telescope time in the left-hand columns for the years 1985 through 1990. 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.

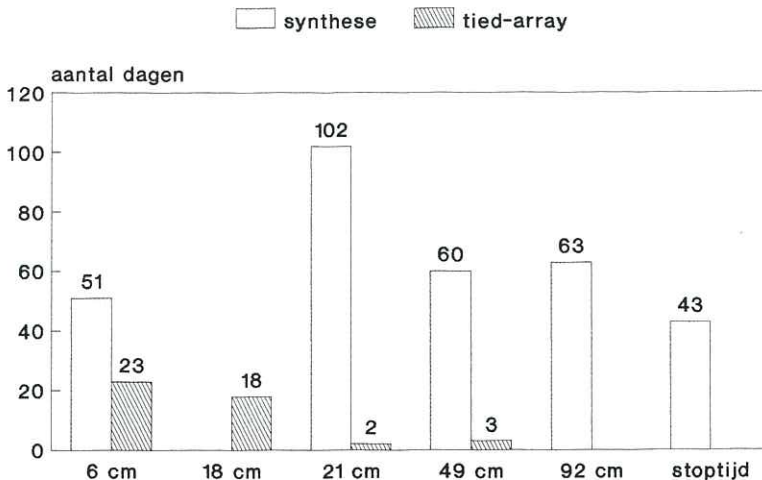
2.1.2 Het Waarneembedrijf

2.1.2.1 Westerbork lokale interferometrie

Omdat het jaar in een drietal langere perioden te verdelen is, een 92 cm periode in het voorjaar, een 21 cm periode in de zomer en een 49 cm periode in het najaar, onderbroken door kortere 6 cm en 18 cm VLBI sessies, zullen we dit overzicht in de 92, 21, 49 cm volgorde geven, aangevuld met VLBI.

92 cm: De 92 cm periode begon in afwezigheid van externe storingen en met een goed werkend systeem. In dit tijdsvak zijn we enkele

malen gedwongen tot het stopzetten van metingen door zware storm. Enkele lokale storingsbronnen werden geïdentificeerd en verwijderd door ze uit te schakelen, zoals bijvoorbeeld de vochtmeetinstallatie en de Mk3 VLBI terminal. Midden februari constateerden we een extreem sterke storing (zie 2.1.3.4). De zon was in deze periode redelijk stabiel. Er zijn wel enkele ionosfeer stormen geweest, die tot 10% decorrelatie per minuut gaven op de langste basislijnen. Op 22 maart was er een grote storm die leidde tot volledige decorrelatie gedurende circa 5 uur. De 92 cm periode is gunstig verlopen en leverde veel goede metingen. Aan het einde van deze periode is een uitgebreide test van de mosaïeking waarneemmethode gedaan. Een 16 x 12 uur metingen is uitgevoerd op een gebied van 16 x 8 graden gecentreerd op de Coma Cluster. Vele aspecten van de hardware and software zijn hiermede goed uitgetoet. De test gaf vertrouwen in het data acquisitie onderdeel van deze methode.

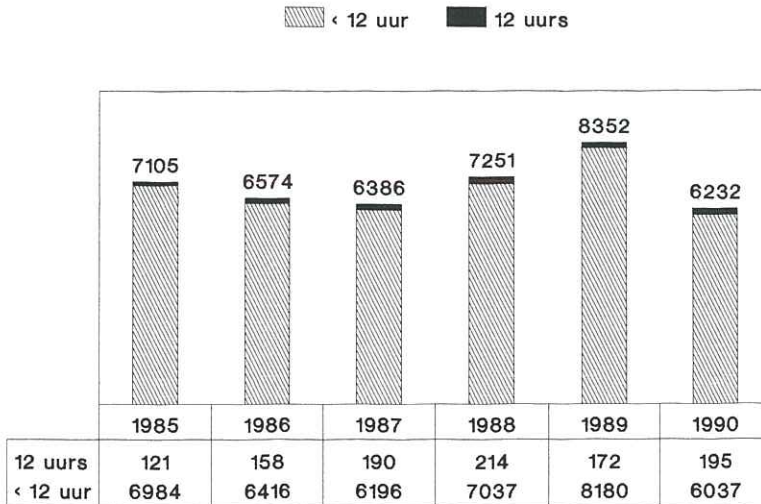


Figuur 2.1.2

Verdeling van de WSRT telescoop tijd in 1990 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 1990 over the five available observing wavelengths. Local synthesis and VLBI (tied array) are shown separately.

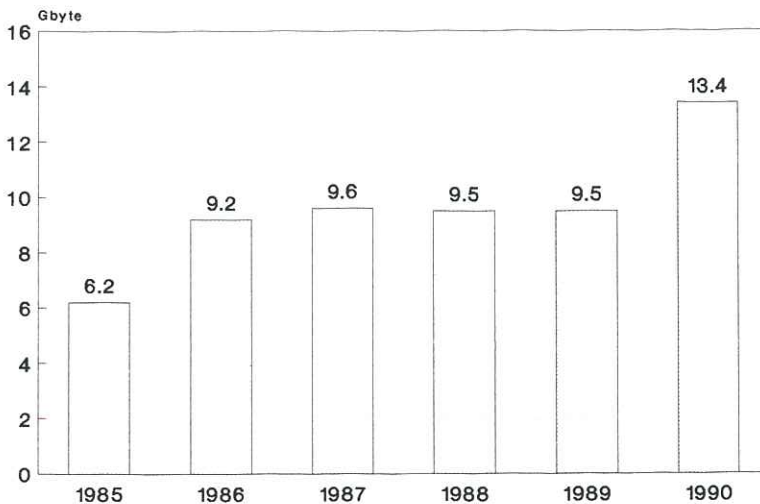
21 cm: In de korte 21 cm periode in het begin van het jaar zijn alle toegekende metingen afgewerkt. Bij het begin van de tweede 21 cm periode in juni bleek het DLB/DXB in een slechte staat. Een uitgebreid onderzoek werd gestart, maar de problemen hebben veel verlies van waarneemtijd veroorzaakt. De problemen worden gekenmerkt door groepen correlatorkanalen (meestal acht) met een slecht correlatie product (meestal verhoogde amplitude). Het verschijnsel treedt meestal op onregelmatige wijze op, is soms zelfs continu aanwezig. Veel tijd is besteed aan het opsporen van de oorzaak van deze fouten. Hun soms subtiële karakter en onregelmatig voorkomen maakten het opsporen niet eenvoudig. Uiteindelijk zijn de meest ernstige fouten gelocaliseerd en gerepareerd. De problemen wekten de zorg dat een toenemende fractie van de circa 15 jaar oude componenten aan het einde van hun werkzame bestaan zou kunnen zijn. Het gevolg van deze moeilijkheden is dat wel alle eerste prioriteitsmetingen zijn afgerond, maar dat een relatief groot deel van de tweede prioriteit is blijven liggen.



Figuur 2.1.3

Aantallen 12 uur en kortere waarnemingen in de jaren 1985 tot en met 1990.
Numbers of observations: 12-hour synthesis and of shorter duration.

49 cm (en 6 cm): Een korte 6 cm periode in mei is redelijk voorspoedig verlopen. Een uitgebreide serie pointing metingen is uitgevoerd en de afgeleide correctiefactoren zijn in het systeem ingevoerd. Het najaar is voornamelijk op 49 cm gemeten. Naast de serie metingen zoals toegekend door de PC is er in overleg met alle betrokkenen van het WENSS project besloten om één van de twee maanden toegekend op 92 cm, op 49 cm te meten. Dit is gedaan om al vanaf het begin een groot gebied op twee golflengten in kaart te brengen. De gegevenskwaliteit was zeer goed. Er waren weinig externe storingen en de zon bleef rustig.



Figuur 2.1.4

Hoeveelheid meetgegevens in Gbytes in 1985-1990. De grote toename in 1990 is vooral het gevolg van het meten in *mosaic-mode*.

Amounts of data produced between 1985 and 1990. The new mosaic mode was the major cause of the large increase of the number of Gigabytes in 1990.

2.1.2.2 VLBI

De WRST heeft een aantal malen aan VLBI meegewerkt. In maart was dit op 6 en 18 cm, gebruik makend van nominaal drie gekoelde frontends. Problemen met de cryo-compressoren zowel als met het DCB leidden tot een "trage start". Na enkele dagen was alles weer onder

controle. In juni heeft de WSRT met een volledig 6 cm systeem aan VLBI meegedaan.

In het begin van het derde kwartaal hebben we meegedaan aan een "ad hoc VLBI" programma op 21 cm met een volledig systeem. In september is meegewerkt aan EVN VLBI met 11 telescopen op 49 cm en drie telescopen op 18 cm.

In november is met een compleet systeem een korte VLBI sessie op 6 cm geweest.

2.1.2.3 Mk3-VLBI Frequentie Configuraties

Van de tientallen standaard Mk3-VLBI configuraties worden er een aantal regelmatig gebruikt. Alle standaard configuraties zijn nu uitgezocht, uitgetest en in een bestand opgenomen. Mogelijk kunnen ook niet-standaard configuraties hierin opgenomen worden.

2.1.2.4 Frequentie standaards

Dit jaar werd in Westerbork, met behulp van de Frequency Stability Analyzer opstelling in Dwingeloo, de kwaliteit van de Rubidium standaard bekeken. Na wat problemen met de Analyzeropstelling, die naar de dealer terug moest, kon geconstateerd worden dat de Rubidium standaard een stabiliteit heeft, die binnen de specificaties ligt.

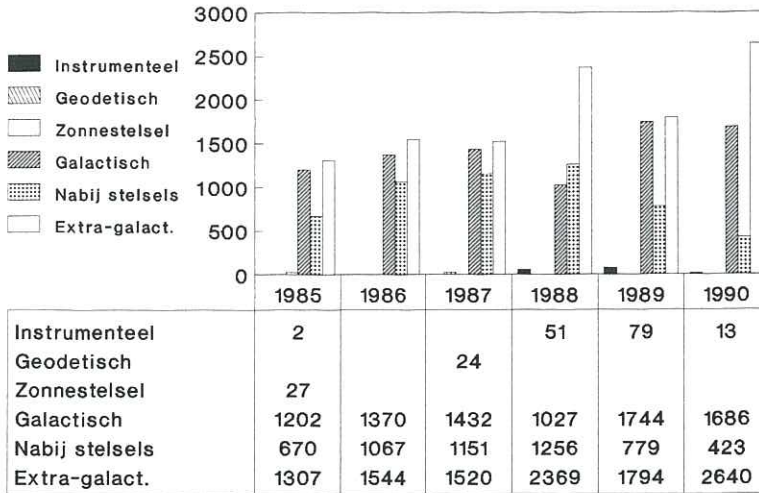
2.1.3 Het ontvanger systeem

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 vinden van de oorzaak en tevens de remedie, bijvoorbeeld vocht in de launcher en dus drogen om het weer goed te krijgen.

In het afgelopen jaar bleek dat twee cryo-frontends op de helft van het onderhouds interval wegens slecht vacuüm uit bedrijf genomen moesten worden. Dit benadrukt de noodzaak, ook met het oog op de ontwikkeling van nieuwe frontends, veel aandacht te besteden aan het vacuüm pompen en vacuüm houden.

Het routinematige periodieke onderhoud werd volgens schema uitgevoerd.



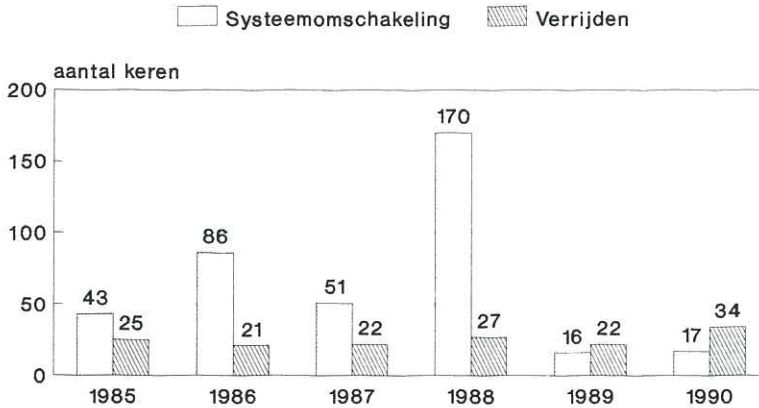
Figuur 2.1.5

Categorieën astronomische programma's aantallen waargenomen uren.

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

Rond half juli in een 21 cm ad hoc VLBI periode was er een waarneming voorstel op 1292 MHz. Er is onderzocht of de cryogene frontends beneden hun 1305 MHz specificatie nog wat konden bijdragen. Een testwaarneming leerde dat de 9x multiplexer in de 10x mode terecht kwam. Deze waarneming kon dus door ons niet gedaan worden.

Nieuw dipoolrotatorsysteem: In november werd het, ruim 20 jaar oude, centrale dipoolrotator systeem door een nieuw vervangen. Behalve dat we nu voor telescopen C en D niet meer hoeven om te pluggen (het oude systeem bediende slechts 12 telescopen), is dit nieuwe systeem nu ook computerbestuurbaar, zodat automatisch bedrijf ook tot de mogelijkheden gaat behoren. De software hiervoor is nog niet klaar. Voorlopig hebben we alleen nog maar de beschikking over testsoftware die vanuit Dwingeloo is meegekomen. Wel onthoudt het systeem nu de laatste setstand van elk frontend, zodat die stand, bij reset later, meteen gecontroleerd wordt.



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.

2.1.3.2 MFFE-Project

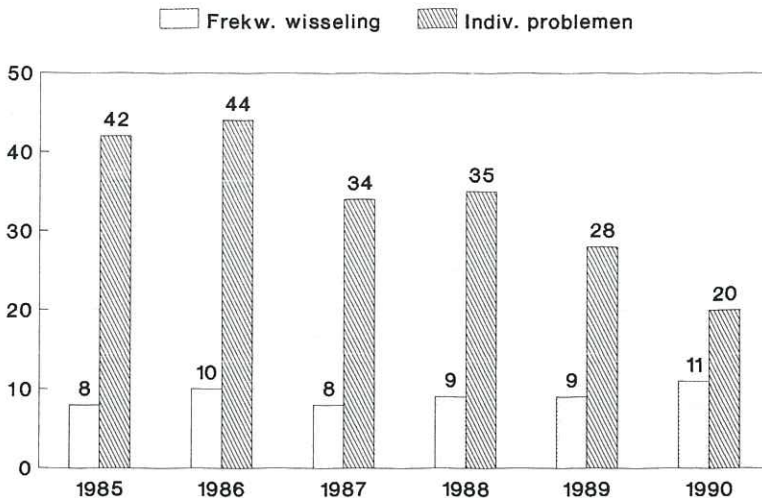
Er is een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden om volgend jaar een prototype MFFE (*Multi-Frequency Frontend*) in een telescoop te testen. Hiervoor is RT 2 alvast aangepast en ingericht. Ten behoeve van de ontwikkeling van de polarisatie uitvoering van de MFFE's werden op 18 en 92 cm met enkele huidige frontends testmetingen uitgevoerd. Hiertoe moest bij 92 cm een frontend worden gemoedificeerd.

In RT 2 werden heliumleidingen gemonteerd. Eind mei werd de grote compressor van RT B door het kleine proefmodel vervangen. De systeemtemperatuur van het x- en y-kanaal ging circa 4% omhoog. De verdere 6 cm periode bleef het goed werken. Ook de ombouw naar een 21 cm frontend is goed verlopen.

De proef met een kleine compressor op het cryo-frontend in RT B, eerst 6 cm, later 21 cm, verliep tot 21 juli goed. De temperatuur liep toen abrupt op. Met een grote compressor duurde het twee dagen om de eindstand weer terug te krijgen. Een latere proef op RT A ging

meteen al mis. Een grotere compressor had hier 10 dagen voor nodig om het vacuüm weer in orde te krijgen. De beide frontends waren nog niet op de helft van hun onderhoudsinterval van 8 maanden. Het vacuüm houden van cryostaten zal nog veel aandacht nodig hebben.

In verband met het verbeteren van de polarisatie eigenschappen van de 3.6 cm feed moet er in de concentrische rand van de 92 cm feed een 8 GHz absorber aangebracht worden. Om de invloed hiervan op 92 cm te onderzoeken was het eerst de bedoeling om met een 92 cm frontend in een telescoop, de verandering van de insertion loss, met en zonder absorber, op een hemelbron te meten. Omdat het backendsysteem hiervoor niet vrij te maken was en de zon overdag ook effecten in dezelfde orde kan geven, is de meting in het frontendlab in Westerbork, met de feed achter het dakvenster, gedaan. Pas na afschermen en afschakelen van naburige electronica, TL-verlichting en verwarming, bleek de invloed van een 10 cm lange absorber op de gevoeligheid meetbaar: ca. 3%.



Figuur 2.1.7

Aantallen frontend wisselingen. Bij verandering van frequentie wordt wisseling van de gehele serie wordt 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.

2.1.3.3 Backends

De problemen die er vooral in de 21 cm perioden in het DXB optraden zijn in 2.1.2.1 al genoemd.

Als bij het DCB het IF-kanaal in een kanaal, bijv. 9x en 9y, wegvalt dan wordt de data in alle 13 andere x-kanalen van band 3 en 5 (voor 16%) aangetast. Ook bij verzadiging van een kanaal komen dit soort effecten voor. Nu is een kanaal met een defect, of in verzadiging of bij uitval, op zichzelf vrijwel altijd duidelijk te markeren en er is rekening mee te houden. Maar als dit op een complexe manier door het hele systeem doorwerkt is het niet overzichtelijk. Om dit te voorkomen zijn enkele maatregelen mogelijk:

1) Als bij het gebruik van een deelsysteem, zoals bij VLBI, een aantal telescopen niet meedoen, moeten de hierbij behorende kanalen van het DCB op een constante ruisbron gezet worden. Onderhoudswerk of frontend wisselen bij deze telescopen grijpen dan niet in op het operationele waarneemsysteem.

2) Als een frontend kanaal in het operationele (VLBI) waarneemsysteem gekke dingen doet, is het uitnemen van een optelkanaal niet voldoende. Het moet ook op een ruisbron met een juist niveau worden gezet.

2.1.3.4 Externe storingen

Op 92 cm trad op 12 februari er een sterke storing op. Op de spectrumanalyzer waren twee, 150 KHz brede, stoorpieken 20 dB boven de ruis in onze waarneemband te zien. De storing bleef, zonder herkenbare modulatie, constant aanwezig. Een onderzoek met een mobiele zoekinstallatie leidde tot locaties over de Duitse grens. Nadat dit via de geëigende kanalen kenbaar was gemaakt, was de band na drie dagen weer vrij. Verder waren de propagatiecondities in februari zodanig dat we last hadden van storingen aan de verre horizon. Door frequentiepunten weg te gooien hielden we meestal nog bruikbare waarnemingen over. Eind maart hadden we van deze storingen vrijwel geen hinder meer. Een onderzoek naar locale storingen uit het gebouw, kenbaar aan enige toename van de totalpower niveaus van RT 5 en 6, toont dat deze uit verschillende eenheden buiten de hf-dichte kast te komen. Bij 92 cm waarnemingen wordt reeds alle apparatuur die niet nodig is zoveel mogelijk uitgezet. Kwantitatief is te zeggen dat het opgewekte vermogen in het gebouw in onze 92 cm waarneemband ca 1 nanowatt isotroop bedraagt. Dit kan alleen door ingrijpende extra afschermingen omlaag gebracht worden. Bij het ontwerp en

de ontwikkeling van toekomstige apparatuur moet aan dit aspect grote aandacht worden besteed.

Op 18 cm is één keer een breedbandige "GLONASS"-storing twee minuten lang aanwezig geweest.

Op zaterdag 25 augustus werden plotseling de meeste WSRT-kanalen in verzadiging gedreven door een zeer sterke storing buiten onze waarneemband. De, overigens legale, frequentie was 1470.5 MHz. De storing bleef constant aanwezig. Na onderzoek vanaf het dak van de bouwhal en gebruik makend van de gastvrijheid op de TV-toren in Smilde bleek de stoorbron bij Assen te liggen. Er bleek voor een periode van drie weken een tijdelijke militaire straalverbinding Assen-Emmen, dus precies over de WSRT, opgesteld te zijn. In overleg kon de frequentie voorlopig het beste naar 1665 MHz worden verschoven, zodat we weer konden waarnemen. Alleen kwam deze nieuwe stoorfrequentie zelfs na de verplaatsing nog door onze spiegelfrequentie onderdrukking heen. Deze ervaring maakt weer eens duidelijk, dat in het algemeen tijdelijke straalverbindingen/powerbundels over de WSRT-lokatie wel zeer hoge eisen aan de ingangscircuits stellen.

In de 18 cm periode zijn vaak de, meestal meer dan 100 MHz brede, storingen van GPS en GLONASS satellieten te zien. Meestal zijn deze stoorspectra met behulp van beschikbare informatie over deze satelliet plaatsbepalingssystemen wel te identificeren. Voor de rest is de hele OH-band (1600 - 1720 MHz) nog goed te gebruiken. Behalve de altijd aanwezige draaggolf van de TV-verbinding "Sloten Fr." op 1708 MHz, zagen we soms een storing met een veranderende frequentie op ca. 1680 Mhz. Bij nader onderzoek bleek het de tweede harmonische van ca. 840 MHz te zijn. Omdat deze storing niet altijd aanwezig was, kon de bron tijdens deze periode niet nader gelocaliseerd worden.

Op maandag 13 augustus is er nog een storingstest op 49 cm op een proef TV-kanaal 38 richting Rouen gedaan. Uit die richting is toen niets aangetoond. In oostelijke richting was kanaal 38 wel duidelijk te zien.

2.1.3.5 WSRT-zichtsveld

Bij waarnemingen op declinaties rondom de equator constateren we de laatste jaren toenemende elevatie-effecten bij sommige telescopen. Een deel van de 6 cm systeemtijd besteed aan een gericht onderzoek hiervan. Hierbij werd een extra-toename van de systeemtempera-

tuur aan het begin en aan het eind van het uurhoek-traject op declinaties -5, -1.9, 0, +5, +10 en +15 graden gemeten. Bij $\delta < +15^\circ$ zijn de volgende obstakels overduidelijk aanwezig:

- * RT 5 en 6 : Het laantje langs de hoofdweg en een boom ten ZW van RT 6 (tot 40 K ruistoename).
- * RT 6 en 7 : Een boom tussen RT 6 en RT7 (tot resp. 40 en 20 K).
- * RT 0 (en 1) : Het bos ten W/ZW van RT 0 (tot resp. 120 en 40 K).

Op het buitenstation is de situatie beter, hoewel het laantje ten W van RT C en het bos ten O van RT D al merkbaar worden. Niet te constateren zijn: De bouwhal (RT 1/2), de (tijdelijke) "Zonne"-toren (RT 3/4) en de windmetermast (RT 8/9). Deze staan voldoende ten N van de O-W basislijn.

2.1.4 Mechanische en elektrische systemen

2.1.4.1 Slijtage aspecten van de telescopen

De komende jaren zullen de telescopen veelvuldig in de zogenaamde mosaïeking mode worden bedreven. Voor de telescoop aandrijving betekent dit wellicht een grotere slijtage. Om deze slijtage zo goed mogelijk te kunnen schatten werd een onderzoek ingesteld naar de slijtage toestand van telescoop 6, na normaal gebruik in de afgelopen 20 jaar. Slijtage treedt in principe op aan de volgende onderdelen van een telescoopas:

1. tandwielkasten met electromotor en schijfrem.
2. middenrondsel met 14 tanden, welke aangedreven wordt door de tandwielkast en de beide zijrondsel aandrijft.
3. beide zijrondsel met elk 26 tanden, welke het tandkwadrant aandrijven.
4. tandkwadrant het welk over de werkzame omtrek 380 tanden bevat.
5. 2 stuks rollagers van de telescoopas en 12 stuks rollagers in geleide rollen van de aandrijfbougie.

Tandwielkasten met electromotor en schijfrem: Bij demontage van de tandwielkast van telescoop 2 en 8 in vorige kwartalen bleek bijzonder weinig slijtage aan de tandwielen te constateren. Alleen de eerste as welke direct door de electromotor wordt aangedreven gaf wat slijtage te zien, zowel aan de tanden als op de loopvlakken van de olieafdichtingen. Voor de uurhoektandwielkasten zijn inmiddels nieuwe assen besteld. De electromotor en schijfrem zijn in 1985 vernieuwd en hieraan is nog geen slijtage waarneembaar.

Middenrondsels: Doordat het middenrondsel gelijktijdig de beide zijrondsels aandrijft en slechts weinig tanden bevat slijt dit snel, ongeveer 0.3 mm in 10 jaar. De afgelopen twintig jaar zijn de middenrondsels reeds twee maal vernieuwd. Deze vernieuwing is eenvoudig uit te voeren tegen geringe kosten.

Zijrondsels: Hier is de slijtage gering. Gemeten is 0.15 mm op de tandflanken in 20 jaar. Deze slijtage kan worden opgevangen door bij vernieuwing van de middenrondsels de tandflanken hiervan iets dikker te kiezen, zodat de tandspeling binnen de perken blijft.

Tandkwadrant: Om een indruk te krijgen van de slijtage van het moeilijk te vervangen tandkwadrant is dit op enige plaatsen opgemeten. Gemeten is de tandbreedte in het midden van het kwadrant, dat het meest belopen wordt door de zijrondsels, aan de oostzijde van het kwadrant en een onbelopen tand aan de uiterste westzijde. In alle gevallen werd exact dezelfde tandbreedten gemeten, zodat de conclusie is dat de tanden niet zijn gesleten. Gezien het grote aantal tanden op het tandkwadrant, vergeleken met het aantal tanden op de zijrondsels en de goede smering van het kwadrant waardoor metaal-metaal contact wordt vermeden, is dit niet verwonderlijk.

Rollagers in telescoopassen en geleide rollen: De rollagers in de assen en geleide rollen zijn allen berekend op het doorstaan van ongeveer 1 miljoen omwentelingen gedurende hun levensduur. Voor de grote lagers in de telescoopassen worden dergelijke getallen niet bereikt. Voor de kleinere lager kan dit wel het geval zijn, maar deze zijn allen weer gemakkelijk te vervangen.

Conclusie: Uit de beschouwing van de slijtagepatronen kan worden afgeleid dat het veelvuldig bewegen van de telescoop geen ernstige gevolgen zal hebben.

2.1.4.2 Verandering van één antenne box

Voor het monteren van een prototype MFFE werd de antennebox van telescoop 2 voorzien van een nieuw frontendmasker, nieuwe onder- en bovenbeplating en van een vergroot raam met deuren voor het inbrengen van dit frontend. Het inbrengen van dit nieuwe frontend geschiedt in de zuidstand van de telescoop, zodat hiervoor een tweede

hijsbalk is gemonteerd. Het proefhijsen van de dummy-MFFE verliep uitstekend.

2.1.4.3 Vastzetten van het gaas in de telescoop parabolen

Gedurende het afgelopen jaar is het gaasoppervlak tussen de antennepoten van de telescopen 0, 8, 9, A, B, C en D opnieuw op de tussenspananten vastgezet. Hiervoor worden aluminium popnagels gebruikt met een extra brede kop.

In de week van 24 juli werd het gaas van RT C tot aan de ringligger vastgezet. De op Cygnus A met RT C tegen RT A en D gemeten systeemtemperaturen en ruisbronwaarden geven te zien dat het rendement op 21 cm(!) van RT C door het vastzetten van het gaas met 2 à 3 procent verbeterde.

2.1.4.4 Stormklampen aan de telescopen

Er is veel aandacht besteed aan de werking van de stormklampen op de telescopen. Het doel van de stormklampen is om bij windsnelheden van 18m/sec de aandrijfsystemen van de telescopen te beschermen tegen de te grote omtrekkkracht welke de kwadranten op de aandrijfsystemen uitoefenen. Om dit te bereiken worden de telescopen door een signaal uit de LSI stuurcomputer in een zodanige stand gestuurd, dat d.m.v. een electromotor met een schroefspil een getande schoen op het kwadrant wordt gedrukt. Doordat de aandrijfsystemen voorzien zijn van geleide-wielen met rubber kernen tussen velg en naaf, drukt de schoen van de stormklamp het gehele aandrijfsysteem enige millimeters van de kwadrant af. Hierdoor worden de zijtandwielen, welke normaal het kwadrant aandrijven, uit dit kwadrant gelicht en ontlast.

Om een automatische werking van het geheel te verkrijgen was aan de schoen van de stormklamp een arm gemonteerd, welke door middel van instelbare blokjes een tweetal eindschakelaars bediende. Door relatief kleine bewegingen van de schoen tussen in- en uitgeschakelde stormklamp, bleek het door de jaren heen niet mogelijk een betrouwbare werking te verzekeren. Uiteindelijk bleek een goede eindstand detectie te kunnen worden verkregen door de axiale verschuiving van de wormas aan het einde van de beweging van de schoen te benutten voor eindstand detectie. Het vervaardigen van een geschikte behuizing voor de montage van een sprongschakelaar op alle 28 stuks stormklampen vergde nogal wat tijd. Uiteindelijk is echter een systeem verkregen dat betrouwbaar blijkt te werken.

Tabel 2.1.1 Chronologisch overzicht gebruik WSRT

van	tot	waarnemingen λ	onderbrekingen backend	van	tot
1-1	24-1	21 cm	DXB/DCB <i>ombouw 21 → 92</i>	23-1	26-1
24-1	2-3	92 cm	DXB en DCB (pulsars) <i>zware externe storing</i> <i>besturingscomputer defect</i>	13-2	14-2
2-3	14-3	6 cm	DXB/DCB, VLBI <i>ombouw 92 → 6</i>	20-2	22-2
14-3	22-3	18 cm	DXB/DCB, VLBI <i>ombouw 6 → 18</i> <i>ombouw 18 → 92</i>	2-3	6-3
22-3	23-4	92 cm	DXB en DCB (pulsars)	14-3	17-3
23-4	16-5	6 cm	DXB/DCB <i>ombouw 92 → 6</i> <i>pointing metingen</i>	21-3	22-3
16-5	18-5	49 cm	DXB (supernova)	23-4	27-4
18-5	6-6	6 cm	DXB/DCB	27-4	2-5
6-6	14-6	6 cm	DXB/DCB, VLBI		
14-6	19-6	6 cm	DXB/DCB		
19-6	16-7	21 cm	DXB/DCB <i>holografische metingen</i> <i>pointing metingen</i> <i>ombouw 6 → 21</i>	16-6	17-6
16-7	19-7	21 cm	DXB/DCB, VLBI <i>ombouw naar tied array</i>	18-6	19-6
19-7	12-9	21cm	DXB/DCB	19-6	22-6
12-9	19-9	49 cm	DXB, VLBI <i>ombouw 21 → 49/18</i>	16-7	17-7
19-9	3-10	18 cm	DXB/DCB, VLBI <i>ombouw 18 → 49</i>	13-9	17-9
3-10	5-11	49 cm	DXB, VLBI	2-10	3-10
5-11	14-11	6 cm	DXB/DCB <i>ombouw 49 → 6</i> <i>ombouw naar tied array</i>	5-11	9-11
				13-11	14-11

Tabel 2.1.1 (vervolg)

van	tot	waarnemingen λ	onderbrekingen backend	van	tot
14-11	21-11	6 cm	DXB/DCB, VLBI		
21-11	5-12	6 cm	DXB/DCB		
			<i>holografische metingen</i>	21-11	23-11
5-12	31-12	49 cm	DXB		
			<i>ombouw 6 → 49</i>	5-12	6-12
			<i>totaal onderbrekingen</i>		<i>43 d</i>

Tabel 2.1.2 Telescoopgebruik als percentage van het totaal aantal uren

	6 cm	18 cm	21 cm	49 cm	92 cm	om- bouw	instru- menteel	totaal 1990	89	88	87	86	85
a. 12-uurs synthese	4.6	-	10.7	6.8	5.7	-	-	27.8	26	31	27	22	17
b. < 12-uurs waarneming	7.4	2.5	7.0	4.6	6.3	-	-	27.8	27	26	23	24	23
c. Calibratie	4.0	-	7.0	2.4	2.7	-	0.5	16.6	17	19	20	19	19
d. Onderhoud, systeemtests	4.2	2.5	2.6	1.9	2.5	5.3	2.2	21.2	23	17	21	21	17
e. Ontwikkeling, software	0.4	0.1	0.6	0.3	0.8	0.7	0.2	3.1	4	3	4	9	17
f. Storing, weer, stilstand	0.4	-	1.2	0.7	1.1	-	0.2	3.6	3	4	5	5	7
g. Jaartotaal 1989	21	5	29	17	19	6	3	100					
Netto rendement (a+b)/g	57	49	61	67	63	-	-	55	53	57	50	46	40
Bruto rendement (a+b+c)/g	76	49	85	81	77	-	16	72	70	76	70	65	59

Tabel 2.1.3 Netto WSRT waarneemtijd per programma in 1990

project	onderwerp	onderzoekers	uren
880 1072	6 cm lijn, gemeten met DXB Molecular cloud cores H2CO in Crab nebula	<i>totaal aantal uren:</i> Boland Strom, Tacconi, Tacconi-Garman	120 84 36
515 917 936 1006 1024 1026 1032 1041 1042 1059 1066 1067 1068 1069 1070	6 cm continuum, gemeten met DCB Variable radio-sources New Planetary Nebulae SN1986j in NGC891 Radio-continuum survey of M101 NGC1569 M81 and NGC4656 SNR Flares in AE Aqr. WR Binaries HD 193793 Extended emission in Seyferts Six B2 low luminosity radio-galaxies High redshift Quasars Monitoring X-ray binaries M81, N4656 background sources OQ208 halo	<i>totaal aantal uren:</i> de Bruyn Pottasch, v/d Steene v/d Hulst, Astronomy-group Dwingeloo v/d Hulst, Viallefond de Bruyn, v/d Hulst, Israel de Bruyn v.Paradijs, Zwarthoed, Strom v/d Hucht v/d Hucht Baum, O'Dea, de Bruyn de Ruiter, Parma, Fanti Schilizzi, Gurvits, Barthel Strom, v/d Klis, Kitamoto de Bruyn de Bruyn	531 3 41 13 58 24 24 60 34 20 108 73 36 13 12 12

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
89-47G	6 cm VLBI met MK2	<i>total aantal uren:</i>	289
89-61G	Maps + spectra of 4 sources	Pearson	22
89-67G	0153+744	Hummel	5
89-69G	3C273	Abraham	10
89-74G	3C345	Wehrle	11
89-89G	Snapshot survey	Readhead	43
90-02G	0108+38	Mutel	12
90-06G	0836+71	Hummel	8
90-14G	Variables	Mantovani	12
90-20G	Complete sample of RG's	Giovannini	12
90-23G	CTD93	Porcas	12
90-29G	3C454.3	Pauliny-Toth	12
90-33G	Superluminals	Cohen	22
90-35G	3C273	Roberts	11
90-A1	3C345	Roberts	12
CAL	0153+744	Hummel	4
EP2	Network calibration	Sherwood	4
GG3ABC	Flat spectrum sources	Patnaik	4
GG4	Young quasars	Gurvits	28
GJ1	1144+35	Giovannini	12
GP2	Einstein ring	Jones	7
GZ4A	Maps & Spectra	Pearson	15
	3C286	Zhang	11

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
87-51G 89-62Y 89-72G 89-73G 90-24G EM1 GC1 GG2	6 cm VLBI met MK3 SN1979c HD193793 SS433 WR140 LSI+61303 3C99 4C71.07 et al. Radiogalaxies with faint nuclei	<i>totaal aantal uren:</i> Bartel Massi Vermeulen v/d Hucht Massi Mantovani Cawthorne Giovannini	98 21 5 11 12 10 9 22 8
89-74G 89-89G 90-09G 90-18G 90-45 90-52G 90-55G 90-61G 90-A2 90-A3 90-A5 CAL	18 cm VLBI met MK2 Snapshot survey 0108+38 3C345 High Redshift QSO's OHO.9+1.3 CSS studies NGC315 OH maser OH127.8 NGC5793 OH-masers in W51 Calibrator search Network calibration	<i>totaal aantal uren:</i> Readhead Mutel Baath Werhle Shepherd Sanghera Giovannini Diamond Hummel Matveyenko Migenes Sherwood	172 39 14 10 44 4 24 11 12 2 5 4 3

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
88-87G	18 cm VLBI met MK3	<i>totaal aantal uren:</i>	118
89-63	VY_CAM	Diamond	5
89-71	IIIZW35	Chapman	11
89-77	Seyferts	Miley	45
89-83G	1228+12 (=M87)	Biretta	17
89-88G	SN1979c	Bartel	11
90-59G	Interstellar Scattering Studies	Mutel	7
90-63G	41.9+58 in M82	de Bruyn	11
	NGC4151	Preuss	11
1041	21 cm continuum, gemeten met DXB	<i>totaal aantal uren:</i>	64
1042	WR binaries	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	42
	HD 193793	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	22
850	21 cm lijn, gemeten met DXB	<i>totaal aantal uren:</i>	1037
909	HI cloud in A2199	Szomoru, Sancisi	12
935	Environment of M101	v/d Hulst, Sancisi, Kamphuis	48
936	HI absorption & emission in spirals	Israel, Tolstoy	41
978	NGC891	de Bruyn (with summerstudents)	41
1024	M81 dwarf irregulars	Skillman, Hanson	15
1030	HI in NGC1569	Israel, v/d Hulst	12
	Halo gas	Wakker, Dainty, Blades, Schwarz, van Woerden	98

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
1046	URSA major	Sancisi, Tully, Pierce	139
1047	LSB Galaxies	v/d Hulst, Bothun	60
1054	HI Finger	Kalberla, Wemmler	104
1060	Dark matter in dwarf galaxies	Smoker, Hummel, Davies	168
1061	3C232	Carilli, van Gorkom	111
1062	Blue low surface-brightness galaxies	Bergvall, Rönback, van Groningen	63
1063	HI in N749/750 pair	van Driel, Combes, Gerin, Braine, Casoli	12
1064	N660	van Driel, Combes, Gerin, Casoli, Dopraz	12
1065	HI in the North Polar Loop	Heiles, Reach	101
936	<i>21 cm continuum, gemeten met DCB</i>	<i>totaal aantal uren:</i>	381
1037	SN1986j in NGC891	de Bruyn, v/d Hulst	11
	Thermal emission in N2976	Tacconi, Tacconi-G, v/d Hulst, Wesselius	12
1041	WR Binaries	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	71
1042	HD 193793	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	56
1050	Rapid variability in quasar 0917+62	de Bruyn	49
1051	SNR Candidates	Strom, Trushkin	36
1055	Cont. pol. of M101	v/d Werf	48
1059	Seyfert galaxies	Baum, de Bruyn, O'Dea	12
1068	Monitoring X-ray binaries	Strom, v/d Klis, Kitamoto	86

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
W1043	21 cm VLBI met MK2 HI absorption in front of VLBI cores	<i>totaal aantal uren</i> Briggs	18 18
416	49 cm continuum, gemeten met DXB	<i>totaal aantal uren:</i>	946
770	Galactic polarization G137P8	Spoelstra, Verschuur	48
936	M51 magnetic field	v/d Werf, v/d Hulst	24
979	SN1986j in NGC891	v/d Hulst, de Bruyn	24
	Spectral index Nonthermal Superbubble in IC10	Skillman	12
1041	WR binaries	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	11
1042	HD 193793	v/d Hucht, Spoelstra, Williams	15
1048	Optically thick region of spectrum of GPS sources	Stanghelli, O'Dea, Baum, Fanti, Fanti	49
1055	M101 magnetic field	v/d Werf, Hummel, v/d Hulst	48
1068	Monitoring X-ray binaries	Strom, v/d Klis, Kitamoto	42
1071	Clusters of pulsars	Johnston, Kulkarni, Schwarz, Strom	210
2000	WSRT Northern Sky Survey	de Bruyn, Miley	463
89-88G	49 cm VLBI met MK2	<i>totaal aantal uren:</i>	38
90-56G	Interstellar Scattering Studies	Mutel	8
CAL	Superluminals	Matveyenko	28
	Network calibration	Sherwood	2

Tabel 2.1.3 (slot)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
0	92 cm continuum, gemeten met DXB	<i>totaal aantal uren:</i>	677
1039	X-ray burster	Strom, Penninx	92
1040	SNR G179.0+2.7	Strom, Reich, Fürst	12
1045	Billac object 1803+784	Strom, Biermann	13
1048	ROSAT fields	Chambers, Miley, Katgert, Saunders	362
	Optically thick region of spectrum of GPS sources	O'Dea, de Bruyn, Baum	98
1050	Variability in quasar	de Bruyn	88
1057	Cluster halo 0917+75	Willis	12
1044	92 cm lijn, gemeten met DXB Cas-A DI absorption	<i>totaal aantal uren:</i> v/d Werf	24 24
931	92 cm continuum, gemeten met DCB Pulsars	<i>totaal aantal uren:</i> Strom, v.Someren Gréve	249 249
	Alle soorten waarnemingen	Totaal netto aantal uren:	4762

2.2 Laboratorium en Centrale Technische Dienst

2.2.1 Samenvatting

De projektverdeling bij Laboratorium-CTD in 1990 is weergegeven in het "cirkel-diagram" (Fig. 2.2.1) en in tabel 2.2.1. Hieruit kan geconstateerd worden dat 33 procent van de totale mankracht, dus inclusief de technische infrastructuur, betrokken is bij UK/NL samenwerkingsprojecten. De grootste bijdrage werd door het DAS project (Dwingeloo Autocorrelator Spectrometer voor de JCMT) geleverd.

Tegen het eind van het jaar was men met de integratie en het testen bezig zodat een aantal medewerkers vrij kwam en bij nieuwe projecten ingedeeld konden worden. Het tweede UK/NL project betreft de multibeam ontvanger op 350 GHz voor de JCMT. Het project heeft veel geleden van de slechte kwaliteit van de door Kent University aan ons geleverde SIS juncties. Pas in het laatste kwartaal werd flinke vooruitgang geboekt dankzij de door de RUG geleverde Niobium juncties, die enthousiast werden ontvangen.

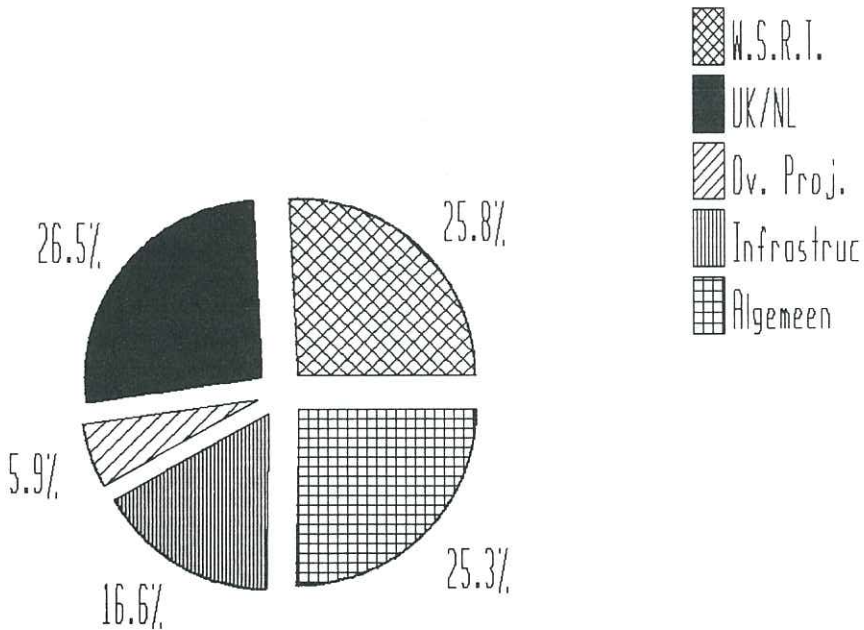
Van de WSRT projecten stak het multi frequency project (MFFE) vanwege zijn omvang (15%) er duidelijk met kop en schouders bovenuit. Daarnaast konden een aantal kleine verbeteringen aan het WSRT ontvanger systeem aangebracht worden. Hieronder valt b.v. de antenne rotator controller.

VLBI projecten hebben circa 10 procent van de mankracht geëist. Deze inzet was voornamelijk t.b.v. het RadioAstron project dat tegen het eind van het jaar in de integratie fase voor het *engineering model* gekomen was.

De projektplanning is in 1990 verder gemoderniseerd door de *super-project* planning structuur te gebruiken. Tegen het einde van het jaar was dit voor de belangrijkste projecten gebeurd en kon er een begin gemaakt worden met de analyse van de benodigde *resources*, o.a. bij de instrumentmakerij en de tekenafdeling.

De installatie van het CAD/CAE systeem voor zowel elektronisch (inklusief microgolf) als mechanisch ontwerpen was begin 1990 voltooid. Tal van problemen hebben zich met het Cadnetix systeem voorgedaan, waardoor tegen het einde van het jaar maatregelen genomen moesten worden om door te kunnen werken. Dit houdt, wat betreft het elektronisch CAD/CAE gebeuren, een minder geïntegreerde oplossing in.

PROJECTVERDELING 1990



Figuur 2.2.1

Mankracht verdeling over de projecten in 1991.

Manpower distribution over the various projects in 1991.

2.2.2 Details van de projecten

2.2.2.1. Projecten ten behoeve van de WSRT

Het werk t.b.v. de WSRT kan gesplitst worden in twee categorieën:

- onderhoud cq. verbetering van het huidige ontvanger systeem
- nieuwe hardware waaronder de nieuwe multifrequency frontend ontvangers.

Het VLBI werk wordt ingedeeld bij de WSRT projecten. Het betreft, naast het onderhoud aan de bestaande hardware, het RadioAstron VLBI satelliet project.

2.2.2.1.1 Bestaande WSRT ontvanger systeem

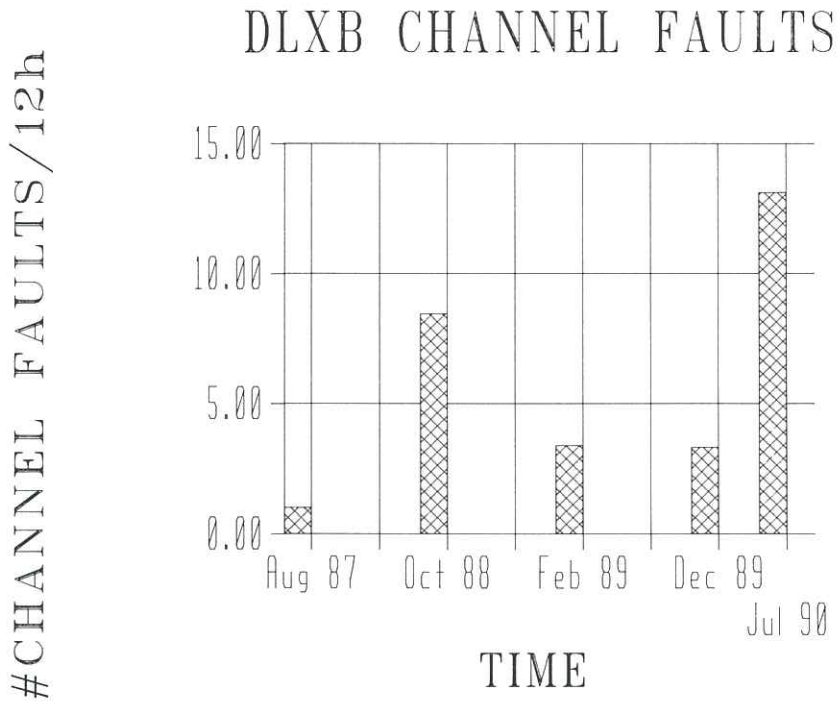
Het ontvangerpark voor de WSRT behelst frontend ontvangers voor de verschillende in gebruik zijnde golflengtes (92 cm, 49 cm, 21 cm, 18 cm en 6 cm) en twee backend ontvangers voor respectievelijk continuüm (DCB) en spectraal werk (DXB/DLB).

Vrijwel alle bestaande ontvangers zijn in de zeventiger jaren ontworpen en gebouwd. De frontend ontvangers blijven redelijk betrouwbaar functioneren, maar zijn uiteraard niet meer *up to date*. Het besluit om deze te vervangen is in 1987 genomen.

Voor de backend ontvangers is ook een plan voor vernieuwing/modernisering in de maak. Wegens de druk van de kant van o.a. de UK/NL projecten is tot nu toe nog geen rijp concept uitgewerkt. Inmiddels begint het bestaande backend systeem kuren te vertonen. Het DLB/DXB bijvoorbeeld heeft ervoor gezorgd dat het waarneemrendement op 21 cm golflengte teleurstellend uitviel. Als men in beschouwing neemt dat de correlator zelf meer dan 30.000 IC's bevat die in 1973 zijn aangeschaft is het niet erg verwonderlijk. Om een duidelijker beeld te krijgen van de omvang en aard van de problemen werd een statistische analyse van de mankementen gedaan. Na een nog summier betrouwbareheidsanalyse werd geconcludeerd dat het veranderingsgebied van de componenten nog niet bereikt was. De problemen worden toegeschreven aan een gebrek aan testtijd gekoppeld aan moeilijk detecteerbare verschijnselen. In figuur 2.2.2. vindt men een voorbeeld van een statistisch overzicht uit de foutanalyse voor de DLB/DXB ontvanger.

In de loop van 1990 zijn een aantal zwakke onderdelen aangepakt en verbeterd. De link tussen ontvanger en HP computer werd verbeterd en ziet er thans betrouwbaar uit. Tegen het einde van het jaar werd een voorstel ingediend ter vervanging van de huidige patroongenerator die voor zowel DCB als DLB/DXB de signalen voor het faseschakelen verzorgt. In 1990 werd eveneens een nieuwe digitale klok voltooid en geïnstalleerd.

Het project ter vervanging van de oude antenne dipool rotator kwam in december gereed. De nieuwe rotator besturing werd toen geïnstalleerd en in gebruik genomen. Hiermee kunnen alle rotatoren via de computer bestuurd worden, hetgeen een grote verbetering in gemak en rendement betekent voor de gebruikers.



Figuur 2.2.2

Aantal foute kanalen in een 12 uur waarneemperiode bij 21 cm golflengte van augustus 1987 tot juli 1990 voor de DLB/DXB backend ontvanger.

Number of faulty channels of the DLB/DXB backend receiver in a 12-hour observing session at 21-cm wavelength in the period August 1987 - July 1990.

Wat betreft de VLBI infrastructuur dient genoemd te worden het afwerken van de *track density upgrade* operatie. Stabiliteitsvergelijkingsmetingen tussen Rubidium standard en H-maser zijn ook in het eerste halfjaar ondernomen, gebruik makend van de Frequency Stability Analyzer, dit als preventieve maatregel.

2.2.2.1.2 Multifrequency frontend ontvangers

In het jaarverslag 1989 werd uitvoerig op de specificatie van deze nieuwe ontvanger ingegaan. Het concept werd begin 1990 nog eens goed onder de loop genomen om de kosten tot een minimum te drukken.

Zo werd een aantal vereenvoudigingen voorgesteld die een kostenbesparing met zich meebrengen. Er werd uiteindelijk gekozen voor een serie ontvangers met naast het prototype alleen één reserve terwijl de hoeveelheid reserve onderdelen op een minimum gehouden zal worden. Een principe beschrijving van de nieuwe ontvanger is gegeven in NFRA note 555.

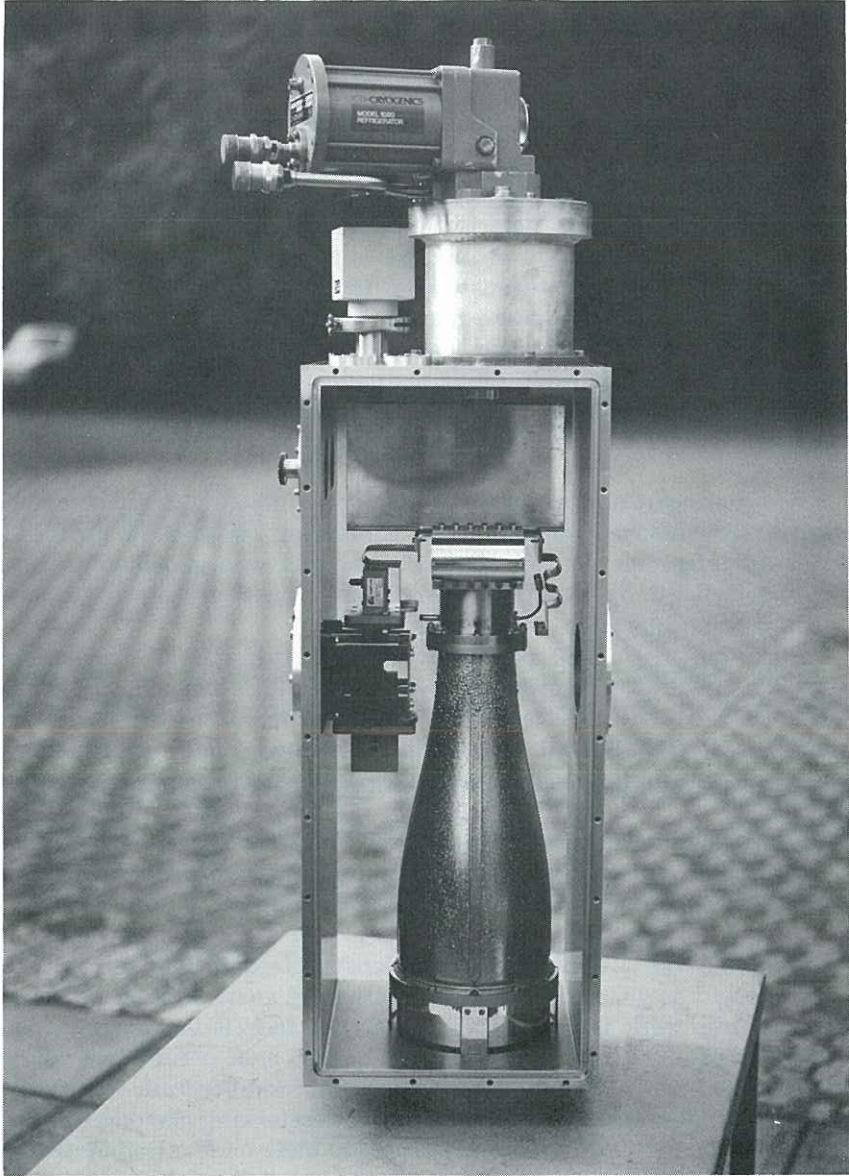
Belangrijke ontwerp-informatie werd medio 1990 verkregen met het afronden van een serie polarisatie tests met de WSRT (NFRA note 572). Zoals bekend zullen de nieuwe ontvangers een vaste polarisatierichting hebben in tegenstelling tot de huidige. De calibratie moet derhalve op een andere manier plaatsvinden, bijvoorbeeld met een transfer relais achter de feed of met ruisinjectie en een specifieke backend configuratie. Beide methoden werden door R. Strom getest; het bleek mogelijk in beide situaties het faseverschil tussen X- en Y- kanaal met een afwijking kleiner dan gemiddeld $0,5^\circ$ te bepalen.

De metingen aan de *triple feed* door de afdeling Electrotechniek van de Technische Universiteit te Eindhoven, werden in het derde kwartaal afgerond. De bij eerdere metingen waargenomen te hoge kruis-polarisatie op 13 en 3,6 cm golflengte werd verholpen zodat de feed nu aan de gestelde specificaties voldoet.

In de loop van 1990 zijn de twee eerste *Ortho Mode Transducers* (OMT) van ERA Technology afgeleverd. De OMT is een gedeelte van de 21/18 cm feed. Uitgebreide tests bij kamertemperatuur hebben aangetoond dat de OMT aan alle eisen voldoet. Metingen op de werkteemperatuur (20K) moeten nog geschieden. Deze tests laten op zich wachten als gevolg van een vacuüm probleem met de cryostaat. Figuur 2.2.3 laat de geopende cryostaat met de OMT zien. Uitvoerige metingen aan de cryostaat hebben aangetoond dat uitgassing van onderdelen in de cryostaat debet moet zijn aan het slechte vacuüm.

In het laatste kwartaal van 1990 is een nieuwe medewerker, J. Hofman, bij het Laboratorium in dienst getreden. Hij zal aan het ontwerp van de gekoelde lage ruis versterkers gaan werken. De eerste fase van dit werk is nu in volle gang. Het betreft het opzetten van een meetopstelling voor het meten van de ruis en S-parameters van de te gebruiken transistoren (HEMTs) op de werkteemperatuur (b.v. 20K).

De signalen uit het heelal worden na versterking gemengd succesievelijk tot eerst 1000 MHz en daarna 100 MHz middenfrequentie (zie Figuur 2.2.4.). Voor de frequentie conversie zijn twee LO ketens nodig (LO1 en LO2) die naast de vrij zware stabiliteitseisen (5 gra-



den piek-piek in 12 uren met 10 seconden integratie tijd en decorrelatie verlies kleiner dan 0.1 procent per 10 seconden integratie-tijd) ook een groot gebied moeten bestrijken om alle frequentie kanalen te kunnen sturen. LO1 (note 559) bestaat uit een hoogband moduul (2.2 - 6 GHz) en een laagband moduul (1.2 - 2.2. GHz). LO2 (met vaste frequentie) wordt gebruikt om de 1 GHz signalen te mengen tot een IF van 100 MHz die op de kabel naar de correlator wordt gezet.

Het LO signaal wordt geleverd door YIG oscillatoren die gestuurd worden door een synthesizer (stuurgenerator) *locked* op de centrale 180 MHz en 1 MHz signalen.

Tegen het einde van het vierde kwartaal werd aan de bouw van een prototype gewerkt. De lus is in detail bestudeerd en voldoet aan de eisen.

Voor het LO2 systeem was een nieuw ontwerp noodzakelijk toen bleek dat een eerder ontwerp op basis van Gigabit Logic GaAs IC's niet aan de eisen voldeed.

Het IF systeem bestaat uit versterker kanalen en een multiplexer. Laatstgenoemde is qua ontwerp klaar en in prototype vorm al gerealiseerd en getest. Het werkt volgens specificatie.

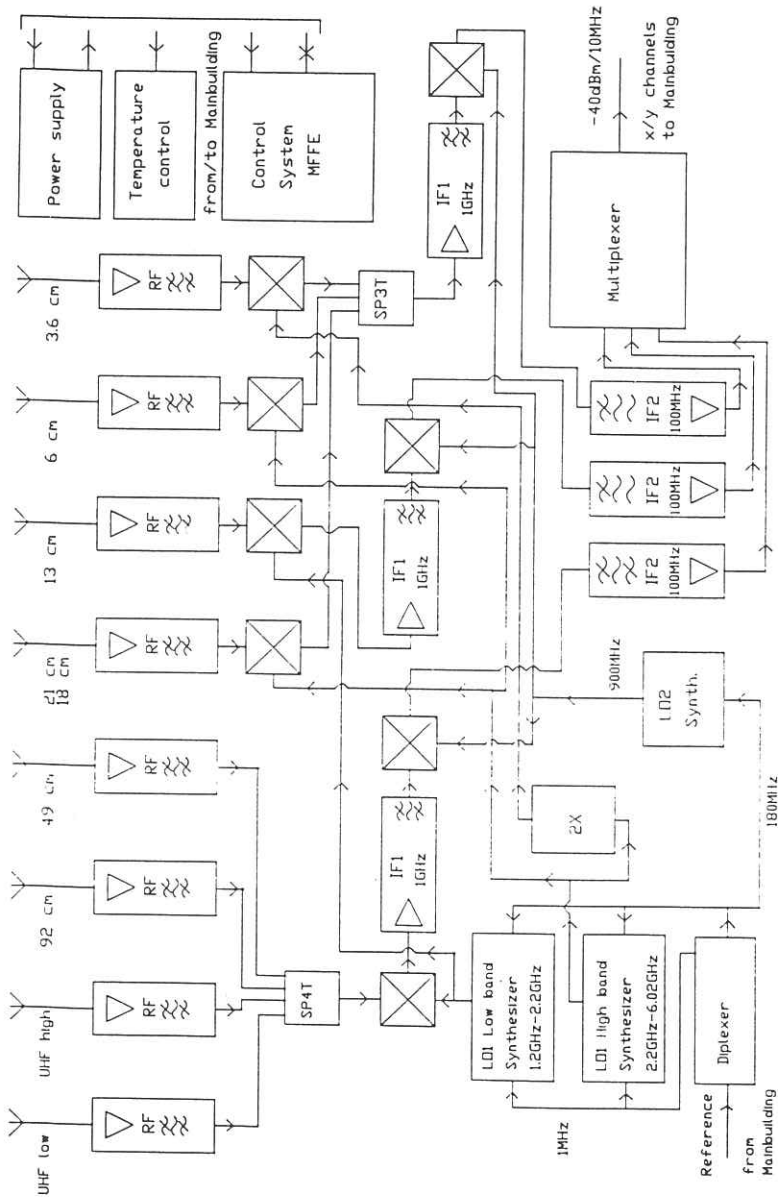
Er is ook aan een proefopstelling van de *feedrevolver* gewerkt waarmee de verschillende onderdelen (opnemers en sturelectronika) getest kunnen worden. De *feedrevolver* is het mechanisme dat ervoor zorgt dat de gekozen feed op het brandpunt van de telescoop komt te staan. Een inventarisatie is ook gemaakt van de stuur- en sensorsignalen die door het controle systeem van iedere frontend ontvanger verwerkt moeten worden. De controller zal uitgerust worden met een 68070 processor terwijl de software in C gecodeeerd zal worden.

Tenslotte moet er een belangrijke mijlpaal in de ontwikkeling van het MFFE projekt gemeld worden: de ombouw van de eerste telescoop (RT 2) naar de eisen van de nieuwe frontend ontvanger. De ombouw operatie werd in het vierde kwartaal voltooid. Pointing metin-

Figuur 2.2.3

Foto van de cryostaat voor de multi frequency frontend ontvanger. Op de foto zijn de *Ortho Mode Transducers* (OMTs) voor 21/18 cm en 3.6 cm golflengte zichtbaar. De 6 cm aansluiting ontbreekt op de foto.

Photo of the cryostat for the multi frequency frontend receiver. The Ortho Mode Transducers (OMTs) for the 21 and 18 cm bands as well as for the 3.6 cm band are clearly visible. The 6 cm connection (on the left handside) is left open on the photo.



gen op 6 cm golflengte aan de telescoop hebben aangetoond dat de eigenschappen van de telescoop onveranderd zijn gebleven.

In het algemeen kan gezegd worden dat vertragingen zijn opgetreden, gedeeltelijk door technische problemen maar ook voor een groot deel vanwege mankracht beperkingen als gevolg van het uitlopen van andere projecten.

2.2.2.1.3 RadioAstron projekt

Zoals gezegd in de inleiding was het RadioAstron projekt tegen het einde van 1990 in de integratie fase. Dit betekent in de praktijk dat het projekt forse vertragingen heeft opgelopen. Dit is te wijten aan het type problemen (ruimtevaart projekt) dat wij hebben ontmoet en ook (misschien voornamelijk) aan de slechte communicatie/organisatie aan de kant van ASC (Astro Space Center in Moskou).

In 1990 werden twee plenaire technische vergaderingen gehouden, één in Finland (Helsinki University of Technology) en één in Moskou (IKI/ASC). In Helsinki werden in april nog veranderingen aan de specificatie aangebracht waardoor een deel van het gedane werk teniet-gedaan werd. Pas na Helsinki kon gezegd worden dat het projekt zijn definitieve vorm gekregen had (alhoewel dan nog een aantal grijze gebieden bestaan, waaronder de thermische specificatie van de ontvanger omgeving).

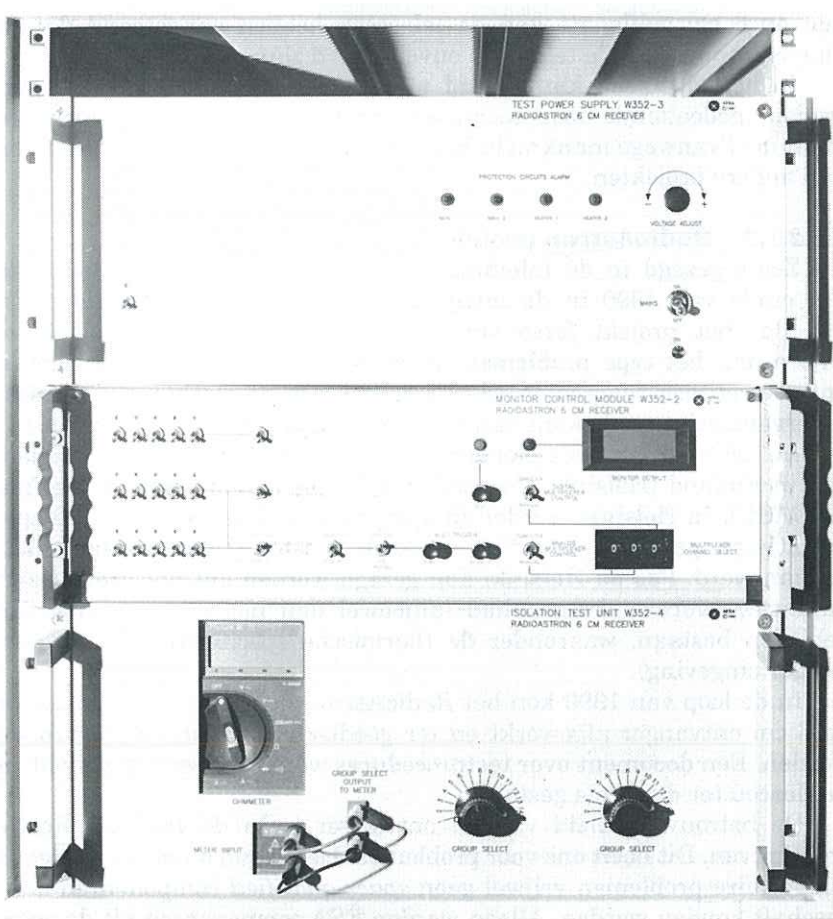
In de loop van 1990 kon het RadioAstron Interface Document voor de 6 cm ontvanger afgewerkt en ter goedkeuring naar ASC gestuurd worden. Een document over testprocedures werd eveneens opgesteld en in Moscou ter discussie gesteld.

De betrouwbaarheid van de ontvanger is in de IKI specificatie omschreven. Dit heeft ons voor problemen doen staan aangezien wegens budgettaire problemen vrijwel geen *space qualified* componenten aangeschaft konden worden. Alleen werden ESA componenten uit de voorkeurslijsten besteld. Veel werk werd gestoken in een zo juist mogelijke schatting van het *reliability* getal. Dankzij de *redundantie* van de twee ontvanger kanalen wordt aan de specificatie voldaan.

Figuur 2.2.4

Blokdiagram voor de multifrequency frontend ontvanger. De boven aangegeven signaalbanden worden gemengd naar een gemeenschappelijk middenfrequent signaal met 100 MHz centrale frequentie.

Blockdiagram of the multifrequency frontend receiver. The signal bands shown on top are mixed to a common intermediate frequency band centered on 100 MHz.



Figuur 2.2.5

Foto van één van de twee Test Sets voor de RadioAstron 6 cm ontvanger. De Test Sets kunnen met handbediening of met behulp van een PC gebruikt worden.

Photo of one of the two Test Sets for the RadioAstron 6-cm receiver. The Test Sets can be used manually or under control of a PC.

Voor de bekabeling en assemblage van het engineering model werd een "schone kamer" ingericht in het zogenaamde "zonnehuis" op de Sterrenwacht. Het stofgehalte werd bepaald met een meetapparaat geleend van SRON, Groningen. Het aantal stofdeeltjes (50.000 per/ft^3) van 0.5 micron deeltjes ligt onder de streefwaarde van 100.000.

Naast het Engineering model werd in 1990 aan de verplichte twee Test Sets gewerkt. Pas na Helsinki werd de specificatie bekend. Beide sets zijn inmiddels gereed (zie Fig. 2.2.5.).

In de loop van 1990 werd ook een extra trillingstest bij ESTEC, Noordwijk ingelast om ongewenste resonanties nader te onderzoeken. Na afloop van de tests werd door de heer Bureo van Estec een "sterkte analyse" toegepast die ons geleerd heeft dat geen gevaarlijke spanningen te verwachten zijn tijdens de lancering.

2.2.2.2. UK/NL Projekten ten behoeve van de JCMT (Hawaii)

2.2.2.2.1 Multibeam ontvanger projekt

De steun voor receiver B1 (350 GHz) heeft zich beperkt tot het repareren van een signaalmixer begin 1990. Ook werd voor ROE een 350 GHz carcinotron in ons Laboratorium getest.

Het grootste deel van het jaar werden wij geconfronteerd met de slechte kwaliteit van de door Kent University geleverde lood SIS juncties. Na maanden wachten werd medio 1990 een op het eerste gezicht bruikbare batch afgeleverd die uitvoerig getest kon worden. Terwijl wij aanvankelijk vrij optimistisch waren, bleek al snel dat de stabiliteit van de juncties ontoereikend was. Na verloop van enkele dagen tot weken bleken de eigenschappen van de juncties zodanig te veranderen dat die niet meer bruikbaar waren. De impedantie van de juncties b.v. steeg snel tot ver boven een kilo-ohm.

Met enkele van de juncties bleek het, ondanks dit probleem, toch mogelijk met een net gereed gekomen tweede SIS mixer ruismetingen te verrichten en goede resultaten te behalen. Het beste resultaat is een ontvanger DSB ruistemperatuur van 400K bij 350 GHz. De metingen werden uitgevoerd met een over de junctie aangelegd magneetveld om Josephson effecten te onderdrukken. Met de metingen aan deze en een opvolgende batch werd een meetverslag (NFRA note 573) geproduceerd waarin de problemen duidelijk aangegeven waren. Onze conclusie is langzaam maar zeker dat vanwege hun slechte stabiliteit, loodjuncties geen toepassing kunnen krijgen in een multibeam systeem.

Met de Niobium juncties uit het Laboratorium voor Technische Fysika van de Rijksuniversiteit Groningen is gelukkig wel grote vooruitgang geboekt. Men kan zelfs van een doorbraak spreken. Astron heeft met SRON Groningen gebruik kunnen maken van de geproduceerde Nb juncties. De uitgevoerde testen en waargenomen resultaten werden uitvoerig in werkoverleg tussen ASTRON en SRON besproken. Dit heeft geleid tot een optimalisatie van de juncties en de mixers waardoor in de loop van december uitstekende resultaten werden geboekt. SRON haalde bijvoorbeeld op 350 GHz een DSB ruistemperatuur van 400K die later ook door ons werd geëvenaard. De stabiliteit van de Niobium juncties bleek ook van hoog gehalte te zijn. Eindelijk kon langdurig met een enkele junctie gemeten worden, terwijl de reproduceerbaarheid van de metingen uitstekend was. Deze nieuwe situatie stelt ons in staat verder aan de optimalisatie van de mixer te werken.

De geteste SIS mixer dient als bouwsteen voor de 2x4 bundel 350 GHz ontvanger die op de JCMT gepland is. In de eerste fase zal een 3-bundel ontvanger, volgens plan eind 1991, op de telescoop getest worden. Voor dat deel werd een cryostaat systeem ingericht op basis van een Oxford cryostaat waarmee men een standtijd van 24 uur heeft kunnen bewerkstelligen. Het 3-bundel mixerblok zelf is gereed, afgezien van eventuele modificaties na de tests aan de enkele mixer.

Het oscillator systeem is gedefinieerd en voor een deel zelfs in aanbouw. Het bestaat uit een Gunn oscillator rond 85 GHz gevolgd door een quadrupler. Een faselus zorgt voor het locken op de *frequency synthesizer* van het systeem. Dit systeem is gekozen wegens zijn compatibiliteit met de JCMT apparatuur.

2.2.2.2.2 Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)

Na het installeren en het succesvol testen van de prototype correlator op de Dwingeloo telescoop kon aan de productie van de DAS gewerkt worden. De Dwingeloo correlator werd bij de waarnemingen betrokken en heeft in 1990 uitstekend gefunctioneerd. Assistentie van het Laboratorium was een enkele keer nodig om triviale fouten (slechte connector verbindingen) te identificeren en verhelpen.

Het IF to Video Converter (IVC) systeem van de DAS kwam tegen het einde van het jaar gereed. Alle acht doorlaatbanden van de 1-2 GHz signaalpaden door het IF distributie systeem werden gemeten en binnen de specificatie bevonden.

Bij het testen bleek een aantal modificaties aan het systeem nodig te zijn die spoedig aangebracht werden. Bij de controle van

het systeem bleken ook diverse aangeschafte modules (b.v. banddoorlaatfilter en LO modules) defect te zijn. Dit probleem wordt grondig bekeken met het oog op de betrouwbaarheid van het systeem.

De eerste complete versie van een ADC (*Analog-Digital Converter*) kwam in januari klaar en kon pas in februari met de Laboratorium testopstelling getest worden. Het operationeel maken van de testopstelling werd vertraagd door problemen met de programmering van de gebruikte XLINX circuits. Na het oplossen van deze problemen was het systeem begin februari beschikbaar voor de tests met de AD-omzetters. De ervaring met de prototype correlator kwam hier goed van pas. De eerder ervaren problemen (storingsnivo b.v.) bleken verholpen. Vervolgens werd met het testen op de volle 160 MHz bandbreedte begonnen. (De ADC van het prototype werkt alleen maar op 40 MHz). Aan het einde van het eerste kwartaal werd het ontwerp bevroren. Het definitieve printontwerp kwam pas net voor de zomervakantie gereed. De prints werden in het laatste kwartaal door de fabricant afgeleverd. De assemblage van de sampler prints werd uitbesteed.

Gelijktijdig met de tests aan de AD omzetters werd verder gewerkt aan de definitieve prints voor het *backplane* en de *crossbar switch*. Het backplane kwam als laatste gereed aan het einde van het tweede kwartaal en werd bij de print fabrikant besteld. Na aflevering, in het derde kwartaal, werd aan de assemblage van het correlator subsysteem gewerkt. Aan het einde van het jaar was het hele systeem praktisch klaar voor de tests. Het besturingsdeel van de correlator ontbrak echter nog.

Een aantal software pakketten werd ontwikkeld voor het besturen, het testen en de communicatie met de D-task op de VAX computer. Een groot deel van de ontwikkelde programma's waren in Pascal geschreven en moesten in Fortran vertaald worden. In het vierde kwartaal werd de voor de lab-computer ontwikkelde programmatuur overgebracht naar de VAX computer. De programma's bleken praktisch zonder problemen te werken.

2.2.2.3. UK/NL Projekten ten behoeve van de ING (La Palma)

2.2.2.3.1 CCD-Camera-controllers

Voor de aan RGO afgeleverde CCD camera controllers voor de WHT is een performance specificatie verschenen (NFRA ITR 192). In de loop van 1990 is een verzoek uit RGO gekomen om 2 nieuwe controllers

te bouwen en leveren. De eerste controller (voor de UES) werd in december naar RGO verstuurd.

Van de vier op La Palma in gebruik zijnde controllers is vorig jaar twee keer een defect in een geschakelde voeding geconstateerd. Dit probleem is in Dwingeloo onderzocht en assistentie is verleend aan LPO voor de reparatie.

Begin 1990 werd met de KSW aan een voorstel gewerkt voor de ontwikkeling van een compleet CCD detector systeem. Op basis van een RGO ontwerp van een standard WHT cryostaat wordt in Dwingeloo een systeem met controller en PC interface gebouwd. Dit detector systeem zal betrokken worden bij de tests aan de HHS (Holographic Heterodyne Spectrometer) die in de loop van 1991 op de WHT gedemonstreerd moet worden.

In het kader van mogelijke toekomstige detector ontwikkelingen bij ASTRON is ook begonnen aan een onderzoek naar infrarood detectoren op basis van Platina Silicide Schottky Barrier Diode Arrays voor het golflengte gebied tussen 1 en 2.5 micron. Helaas is de inleesruis van de commercieel geleverde 256x256 pixel array nog zo hoog dat astronomische toepassing op dit moment niet praktisch is.

Een vier fasen Thomson CCD werd in een eerder gebouwd *Peltier head* gebracht waarmee verdere ervaring met controllers opgedaan kon worden. De CCD aansluiting is zodanig dat *half frame read out in frame transfer mode* kan plaatsvinden, gebruik makend van slechts een standard driver kaart. De klokpatronen werden geoptimaliseerd zodat een *pixel readout* tijd van 8 microseconde bij 1 microseconde integratietijd voor referentie en signaal interval gerealiseerd is. Er is bovendien een snelle vertical skip met horizontale register clear ontwikkeld waardoor in frame mode zonder shutter een versmeringsvrij beeld verkregen wordt. De belichtingstijd kan ook automatisch aan het lichtnivo aangepast worden bij een beeldherhalingstijd van een seconde. De traagheid van het gebruikte display systeem wordt opgevangen door het beeld partieel in kwadranten uit te lezen. Met dit experimentele systeem kunnen alle mogelijkheden van onze CCD controllers gedemonstreerd worden.

2.2.2.3.2 SCASIS project

In het eerste kwartaal is voornamelijk aan de Laboratorium infrastructuur gewerkt. De optische tafel werd geplaatst in één van de kelder ruimtes die voor optische werkzaamheden was aangepast. In de

werkplaats werd een aantal standaard Newport componenten gemodificeerd en een aantal hulpstukken gemaakt waarmee de optische as hoogte op 150 mm boven de tafel gebracht kon worden.

Door een HTS stagiair is een zg. *data stream controller* ontworpen en gebouwd. Hiermee kunnen de uitgangssignalen van verschillende apparaten zoals photon counting detectors gecombineerd worden tot een data stroom van gemarkeerde events. Dit uitgangssignaal kan dan met de parallel ingang van de external Bufferkaart in de PC ingelezen worden. Tevens kunnen door de PC markeringssignalen aan de datastroom toegevoegd worden, zodat synchronisatie van IPD data met de frame counter voor het ITV video signaal verkregen kan worden. Dit is van belang voor de spectrale opstelling waarbij het zwakke lijn signaal met de IPD opgenomen wordt, en het veel sterkere continuüm signaal met de ITV.

Met E.J. Bakker, een student uit Groningen, is gewerkt aan de optische opstelling in de kelder om de layout voor de GHRIL opstelling te testen. Centraal hierbij stond het onderzoek naar de effecten van dubbele reflecties in beamsplitters en interferentie filters.

Er is een intensifier koelsysteem ontworpen en gebouwd gebaseerd op de verdamping van vloeibare stikstof, waarmee een temperatuur van -20°C bereikt kan worden. De waarneemrun van 25/7 t/m 15/8 op de 4.2m WHT op La Palma heeft, na een moeizame start, twee halve nachten bruikbaar waarneemmateriaal opgeleverd. De seeing was variabel en uit de differentiële beweging van sterbeelden gevormd door de gesegmenteerde optiek zijn waarden tussen 0.5 en 1.2 bgsec afgeleid. Optimale matching van het te reduceren deel van het fringedpatroon aan de seeing cell grootte, vergt een gaussische taper van 12 cm FWHM met een effectieve collecting area van 0.03 m². Dit onderstreept nogmaals dat goede seeing essentieel is voor de gevoeligheid. Met deze optimale match blijkt er toch nog een zekere decorrelatie op te treden die niet in de continuüm bron gevonden wordt. Er zijn aanwijzingen dat de tilt term in het golffront die verantwoordelijk is voor de beweging van de visibility pieken in het U,V-vlak, de boosdoener is. Met behulp van de ontwikkelde image sharpening technieken kan het spatio-temporele gedrag van de seeing nu geanalyseerd worden.

Het blijkt echter dat bij -10°C de donkerstroom reeds laag genoeg is voor waarnemingen in de geïntegreerde lijn. Voor continuüm waarnemingen is 0°C al voldoende. Door een HTS stagiair zijn tests

met een Peltier koelement uitgevoerd. Zonder stikstof is dan 6°C mogelijk terwijl zelfs -3°C gehaald is. Door de twee koelmethode te combineren kan de standtijd voor de stikstof aanzienlijk opgevoerd worden, terwijl oververhitting bij opraken van de stikstof voorkomen wordt.

De activiteiten concentreerden zich het vierde kwartaal op de begeleiding van de reductie in Groningen. Een nieuwe methode van fringe reductie maakt gebruik van data scrambling waardoor de exacte eventshape na video opslag bepaald kan worden. Hiermee is MTF deconvolutie en calibratie in fotonen mogelijk. We hebben reeds kunnen vaststellen dat in alle astronomische waarnemingen voldoende fotonen zitten om de vereiste signaal/ruis verhouding te bereiken.

De gesegmenteerde optiek beeldt niet alleen acht pupilsegmenten over elkaar² af, maar produceert ook een sterbeeld voor elk van deze 30 x 50 cm² aperturen. Uit de relatieve beweging van deze sterbeelden kan een maat voor de seeing afgeleid worden, waarover in het vorige verslag gerapporteerd is. Door multi-pass processing van de video band met *spots* is met het image sharpening pakket op de PC een aaneengesloten interval van ca. 4 min gereduceerd. Hierin bleken vibraties in de absolute posities voor te komen met piek-piek uitschieters van maximaal 1 bgsec. Fourier analyse laat "resonantie"-pieken zien bij ca. 0.5, 1 en 2 Hz. met een rms amplitude kleiner dan 0.05 bgsec, wat dus op gedempte trillingen in de telescoop wijst.

In december is Sri Kulkarni enkele dagen op bezoek geweest. Verschillende reductie aspecten zijn aan de orde geweest, waaronder bias correcties voor de triple producten en de noodzaak van krachtige processing faciliteiten om in een enkele nacht toch in de orde van enkele duizenden frames te kunnen processen. Dit laatste blijkt in de programma ontwikkelingsfase toch van belang te zijn om problemen zoals die met de biascorrectie op het spoor te komen.

Tevens werd een programma overgenomen en geïmplementeerd om in de simulatie software een door *seeing* verstoord golffront te introduceren. Hierbij wordt uitgegaan van een Kolmogorov-spectrum waarvan *inner* en *outer scale of turbulence* gespecificeerd kunnen worden.

Inmiddels is de software implementatie op de Alliant gerealiseerd en vergt reductie van een frame 1 à 5 seconden, in plaats van 10 à 20 seconden op de VAX 8650.

2.2.2.3.3 Memory board

De in samenwerking met SRON, Leiden ontwikkeld *External Memory Board* (EMB) met 2 MB dat dient om het CCD frame uit de controller in een PC uit te lezen, is medio 1990 gereed gekomen. Het ontwerp, uit Dwingeloo, werd eerst *gewirewrapped*, daarna uitvoerig getest in Leiden. Vervolgens werd in Dwingeloo een PCB ontworpen en door de fabricant El-Contronix in een print omgezet. Complete kaarten zijn inmiddels aan SRON in Leiden en Utrecht afgeleverd.

2.2.3 Infrastructuur

2.2.3.1. CAD/CAE-systemen

Door overnames en verkeerde inschattingen heeft de leverancier van ons CAD-systeem een zeer moeilijk jaar achter de rug. Dit hebben we aan den lijve kunnen ondervinden; de support voor onze systemen liep in 1990 terug tot beneden het aanvaardbare minimum. Dit heeft tot veel frustraties geleid, zowel bij tekenaars als ontwerpers en systeembeheerders. Toen bleek dat support voor onze simulatoren niet langer kon worden gegarandeerd, hebben we besloten om dit systeem te verlaten.

Voor de simulatoren zijn we noodgedwongen overgegaan op de nieuw ontwikkelde simulatoren van de inmiddels via een nieuwe overname herrezen fabrikant. Deze simulatoren zijn zeker gelijkwaardig aan de bovengenoemde en ze zullen ons om contractuele redenen in 1991 gratis ter beschikking gesteld worden.

Voor het documentatie en tekenwerk zijn we, nog meer dan eerst, de PC-kant opgegaan. Er zullen nieuwe PC-pakketten worden aangeschaft om in de behoefte te voorzien. Voorlopig zal hiermee *stand-alone* worden gewerkt.

Als de nieuwe situatie succesvol is, zal worden bekeken of de verloren gegane voordelen van bijvoorbeeld centrale bibliotheken, kunnen worden herwonnen door de PC's weer in een netwerk op te nemen. Hiervoor moeten echter eerst netwerkversies van de teken- en PCB-software beschikbaar komen.

Een zeer moeilijk punt is de archivering van elektronische data, misschien dat we in de komende jaren kunnen rekenen op optische technieken zoals CD-rom om ons bestand aan tekeningen en andere data veilig te stellen.

2.2.3.2. Printerij

In onze printerij worden *circuit-boards* en *substraten* gemaakt voor allerlei elektronische schakelingen, van microgolf tot en met digitaal.

Het afgelopen jaar zijn in eigen beheer 160 prints gemaakt, hieronder zijn ongeveer 25 microgolfsubstraten en/of HF-prints begrepen. Dit betekent een gemiddelde score van bijna één per werkdag.

Omdat we de prints sedert de invoering van CAD-software, niet meer met de hand plakken, is de methode van verwerking ook veranderd. De lay-outs worden nu op een pen-plotter getekend en daarna op fotografische film overgebracht. Een ernstige beperking van de nieuwe werkwijze is dat de gebruikte auto-routers ervan uitgaan dat de print doormetaliserings mag bevatten, het routeren wordt hierdoor vereenvoudigd. Echter onze faciliteiten laten wel prints met twee koperlagen toe, maar geen doormetaliserings van de ene laag naar de andere.

Een mogelijkheid om deze beperking te omzeilen is het uitbesteden van de prints. Deze oplossing heeft echter weer bezwaren wat betreft de *turn-around*-tijd van het ontwerp, terwijl de kosten vrij hoog zijn. Hoewel we in het afgelopen jaar met deze beperkingen hebben geleefd, willen we dit jaar uitzoeken of een eigen doormetaliseersysteem voor ons haalbaar is.

Een tweede wens is een beter systeem voor het tekenen van de lay-outs, ook hier zal het komende jaar aandacht aan worden besteed.

2.2.3.3. Planning van de projecten

De invoering van de lopende projecten in de gekozen planning systematiek, gebruikmakend van het Superproject software pakket werd verder aangepakt. Tegen het einde van het jaar waren alle projecten in de planning van de mechanische werkplaats praktisch ingevoerd. De invoering van de detailtaken voor de twee grote projecten van de komende jaren, het MFFE project en het 3-beam JCMT project, was ook tegen het einde van 1990 ver gevorderd. Er wordt verwacht dat medio 1991 een compleet beeld verkregen kan worden van de taken- en mankrachtbehoeften van Laboratorium en CTD voor de komende jaren.

2.2.3.4. Instrumentatiegroep

Een groot deel van de beschikbare tijd betreft het onderhoud en de calibratie van de meer dan 1500 meetinstrumenten en bijbehorende computerapparatuur die in onze stichting worden gebruikt. Het is van

groot belang dat gemeten getallen of ingestelde waardes betrouwbaar zijn, één en ander binnen de mogelijkheden van de gebruikte apparatuur.

Er wordt in de Instrumentatiegroep dan ook relatief veel aandacht en tijd aan calibraties besteed, we hebben daarvoor de beschikking over goede secundaire standaards op het gebied van frequenties, spanningen en stromen.

Over 1990 was de verdeling als volgt:

103 instrument-calibraties

12 maal instrumenten opgestuurd naar de leverancier

30 reparaties van allerlei aard

12 reparaties van zeer complexe aard

30 afnametests van nieuwe en gerepareerde apparatuur.

Aangezien het repareren/calibreren van instrumenten buiten de deur in het algemeen een kostbare zaak is, wordt via service in-huis op de kosten bespaard.

Veel werk in Laboratorium en CTD wordt tegenwoordig met een PC gedaan; daarbij valt te denken aan schematekenen, printed-circuits ontwerpen, simuleren van eenvoudige schakelingen en documentatie verzorgen zoals bedradingslijsten en apparatuurbeschrijvingen.

Ook zijn veel instrumenten tegenwoordig ingericht op één of andere koppeling met een PC waardoor een betere presentatie van de resultaten mogelijk wordt.

Het wordt steeds eenvoudiger om systemen te koppelen en de gemeenten data te vergelijken met eerder gedane simulaties. Dit houdt in dat zwakke plekken in de meetopstellingen duidelijker naar voren komen dan vroeger. Het loont dan de moeite om door middel van eerder genoemde technieken te zoeken naar methodes voor verbetering van de metingen, hetzij via hardware hetzij via software.

In het Laboratorium is het onderzoek naar een nauwkeurig rekenmodel van een gekoelde F.E.T. een voorbeeld van een dergelijk streven.

2.2.3.5. Meetinstrumentencommissie

De Meetinstrumentencommissie identificeert en compileert jaarlijks een lijst van aan te schaffen instrumenten. Voor de aankoopplanning wordt gestreefd naar een evenwichtige verdeling over het boekjaar. Omdat er uiteraard een spanningsveld bestaat tussen finan-

ciën en wensen is dit geen eenvoudige zaak, de commissie heeft hier-
toe in 1990 elf maal vergaderd waarbij een lijst van ongeveer 40
instrumenten werd verwerkt.

Ook de aankoop van de software voor werkstations en PC's wordt
door de Meetinstrumentencommissie gedaan, het beheer van de ver-
schillende versies, boeken en floppies vraagt steeds meer inspan-
ning. Dit lijkt met de tijd alleen maar toe te nemen, het aantal
PC's is in 1990 verder gestegen en waarschijnlijk zal binnen een
paar jaar iedere medewerker een eigen PC op z'n tafel hebben staan.
Op dit moment ligt de penetratie rond de 47 procent.

De commissie is zoveel mogelijk een afspiegeling van de ver-
schillende disciplines, hoog- en laag-frequent, maar ook analoog en
digitaal.

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

W.S.R.T.		25.80
Frontend ontvangers	11.28	
DCB-DXB	1.13	
V.L.B.I.	0.58	
RadioAstron	8.50	
Diversen	4.33	
UK/NL Samenwerking		26.45
ING projecten	2.25	
JCMT projecten	17.15	
mm/Opt. ontwikkelingen	7.05	
Overige projecten		5.93
Dwingeloo waarneemstation	0.60	
Diverse projecten	5.33	
Assistentie beheer Dwingeloo	0.00	
Technische Infrastructuur		16.58
Lab. ontwikkelingen	2.83	
Cryogene techniek	2.10	
Vaste Diensten	11.65	
Algemeen		25.25
Organisatie/Administratie	4.78	
Conferenties/Literatuur	2.90	
Verlof	14.15	
Ziekte	3.43	
		100.00

2.3 Computergroep

2.3.1 Samenvatting en mutaties

De vernieuwing van de programmatuur voor verwerking van WSRT gegevens is onderwerp van diepgaande discussies geweest. Vastgesteld is dat het van groot belang is het gebruikers van de WSRT zo gemakkelijk mogelijk te maken hun waarnemingen in een analyseerbare vorm te krijgen. Verruiming van de service aan vooral de oningewijde gebruiker en het zoeken van aansluiting bij een internationaal verwerkingspakket voor apertuur synthese gegevens moeten hierbij helpen. Bovendien is het besef gegroeid dat het gehele proces van gegevens-acquisitie in Westerbork tot aan het begin van de analyse nog meer dan voorheen als één geheel moet worden gezien.

Het reeds eerder begonnen ontwerpwerk voor nieuwe software voor de "standaard" verwerking van WSRT gegevens is in 1990 krachtig voortgezet met een grondige analyse van wat nodig is om een zo flexibel mogelijk pakket te verkrijgen, dat de gebruikers in staat stelt zonder veel moeite snel aan de astronomische analyse te beginnen. Bij dit werk wordt, met redelijk succes, gebruik gemaakt van op een PC werkend *Computer Aided Software Engineering* pakket.

De ontwikkeling van de software voor besturing en uitlezing van de *Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)* is in de loop van het jaar goed gevorderd, zodat verwacht kan worden dat zowel hardware als software in de loop van 1991 op de JCMT in gebruik kunnen worden genomen.

De archivering van waarnemingen van de *Isaac Newton Group of Telescopes* op La Palma is na de verhuizing van RGO weer op gang gekomen. Teneinde de exploitatie ervan vlotter te doen verlopen is het aantal handelingen met magnetische banden verminderd. Dit vergde een ingreep in de bestaande software. Voor de astronomische gebruikers is er niets veranderd. De derde fase van dit project zal in de eerste helft van 1991 worden afgesloten.

De programmatuur voor het selecteren van waarnemingen uit de ING archief catalogus is nu zo algemeen gemaakt dat deze ook voor andere catalogi geschikt is. De catalogus van WSRT waarnemingen vanaf 1979 is nu net als de ING catalogus voor interactief gebruik overal vandaan beschikbaar.

In februari heeft Ype Kroodsmas de dienst van de Stichting ASTRON verlaten om een functie in het onderwijs te accepteren. Ger van

Diepen keerde in de zomer terug van een detachering van twee jaren op La Palma. Peter van der Velde en Klaas Stuurwold waren het gehele jaar op La Palma gestationeerd. Stuurwold komt in 1991 terug, van der Velde zal daar voorlopig nog blijven. Vanaf september 1990 heeft Aline Kleikamp als stagiaire programmeur in de computergroep gewerkt.

Tabel 2.3.1 bevat een overzicht van de inzet van de mankracht (inclusief die van de voorzitter van de directie) over de computergroep activiteiten in 1990.

2.3.2 Programmatuur ontwikkeling

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

Een aantal nog niet of slechts beperkt gebruikte waarneemtechnieken met de WSRT zijn dit jaar sterk verbeterd. Hiervan is de *mosaic*-techniek astronomisch de meest interessante. Technisch en voor het toekomstige gebruik van de WSRT minstens even belangrijk zijn de verfijningen van de *pointing* metingen en holografische metingen van het oppervlak van de telescoop spiegels.

- *mosaicking*: aangezien bij het gebruik van deze waarneemtechniek de WSRT telescopen veelvuldig van positie veranderen, is het van groot belang dat niet onnodig tijd verloren gaat. Door goede synchronisatie wordt gezorgd dat een volle integratietijd beschikbaar is voor de beweging van de telescopen. Ook wordt nu rekening gehouden met de van telescoop tot telescoop verschillende remweg.

- *pointing*: Tot nog toe is bij dit soort metingen altijd een patroon gebruikt met offsets aan de hemel in òf rechte klimming òf declinatie. Dit heeft het nadeel dat de voor de meting gebruikte bron zich altijd juist in het sterk door de vierpoot beïnvloede gedeelte van het antennepatroon bevindt. Daarom is nu een meetpatroon in andere richtingen mogelijk gemaakt.

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

De *mosaic*-waarneemtechniek vereiste ook ingrijpende veranderingen in de off-line programmatuur. De belangrijkste daarvan is dat een gegevensstructuur op magneet band moest worden ontworpen en geïmplementeerd, die de bestaande zo dicht mogelijk benadert, zodat de verwerking ervan in Dwingeloo zonder al te grote ingrepen kan

plaatsvinden. Als voorlopige oplossing is gekozen de *mosaic*-metingen aanvankelijk normaal op schijf te schrijven, ze dan met een apart splits-programma te sorteren naar positie binnen het *mosaic*-patroon en dan een tape te schrijven waarin in plaats van één, een aantal *Observation-Header* blokken met de daarbij behorende header en gegevens structuren voorkomen. Aangezien dit, vooral voor lijn-waarnemingen, een tijdrovende operatie kan zijn is het soms nodig de splits-operatie achteraf te doen in een tijd dat het off-line systeem niet druk bezet is.

Aangezien programmatuur een essentieel onderdeel vormt van de exploitatie van de WSRT, is onderhoud - inclusief het aanbrengen van kleinere of grotere wijzigingen - een belangrijk deel van het software werk. Uiteraard werkt het gebruik van een nieuwe waarnemetechniek ook door in alle programma's die worden gebruikt voor inspectie en analyse van de gedane waarnemingen.

2.3.2.3 DWARF infrastructuur (Olnon)

Dit jaar is de nieuwe versie van de DWARF infrastructuur in bedrijf genomen. Het grootste deel ervan is onafhankelijk van het bedrijfssysteem waaronder het draait. Uiteraard zijn er VAX-VMS en Unix specifieke gedeelten, maar de functionaliteit daarvan is in de VAX- en de Alliant (Unix-) versies gelijk. Ontwikkeling van applicatie en systeem programma's gebeurt in het algemeen op de Microvax, waarna op de Alliant alleen nog een compilatie en een link procedure moet worden uitgevoerd.

Aan procedures voor onderhoud, installatie en export is veel aandacht gegeven. In het laatste kwartaal is het systeem met weinig inspanning in Amsterdam geïnstalleerd. Ook is de automatische generatie van documentatie gestroomlijnd.

De discussie over de noodzaak om bij de ontwikkeling van een nieuw systeem voor de verwerking en analyse van WSRT waarnemingen aansluiting te zoeken met een, zo mogelijk, wereldwijd geaccepteerd systeem, zal ingrijpende consequenties hebben voor het voortbestaan van DWARF als een zelfstandige infrastructuur. Gehoopt wordt dat de opvolger (of geheel gereviseerde versie) van AIPS ook voor programma ontwikkeling buiten NRAO een goed systeem zal worden. In de interim-periode zal DWARF in een zo eenvoudig mogelijke vorm als software infrastructuur worden gehandhaafd.

2.3.2.4 Redundantie, zelfcalibratie en kaartproductie (Brouw, Noordam)

Het programma dat zowel in Dwingeloo als in Groningen standaard voor het produceren van WSRT kaarten wordt gebruikt, heeft een uitbreiding ondergaan waardoor polarisatie en Faraday-draaiing correct worden verwerkt. Ook kan in het zelfcalibratie gedeelte van het pakket nu rekening gehouden worden met instrumenteel gepolariseerde bronnen.

Als een parallelle activiteit zijn experimenten uitgevoerd om te onderzoeken of de redundantie techniek ook kan worden toegepast op de vier Stokes parameters in plaats van op de gemeten amplitudes en fasen van de redundante interferometers. Dit blijkt wel mogelijk te zijn als alle gegevens beschikbaar zijn, zij het dat een calibrator met bekend polarisatie eigenschappen nodig is om de gemiddelde ellipticiteit van de WSRT telescopen te bepalen.

Een begin is gemaakt met de programmatuur voor verwerking van *mosaic* metingen. Tegen het eind van het jaar kon althans de gewijzigde magneetband indeling correct gelezen worden en konden kaarten van individuele veldcentra worden gemaakt. De completering van het pakket voor dit soort waarnemingen zal in 1991 plaatsvinden.

2.3.2.5 Ontwikkeling nieuwe WSRT standaard reductie (Hamaker)

In eerste instantie is begonnen het nu nog in gebruik zijnde reductiepakket te onderzoeken om inzicht te krijgen in de kwaliteiten en gebreken ervan. Hetzelfde is gebeurd met de indeling van de transport en archief tapes. Uit dit onderzoek blijkt dat volledige vervanging van het reductiepakket de enige degelijke methode is, omdat in de loop van de jaren in het oude pakket teveel inconsistenties zijn geslopen, die aanvulling met nieuwe modules sterk bemoeilijken.

In het najaar is, na een bezoek van Hamaker en Noordam aan de VLA, het besef gegroeid dat nieuwe gegevensverwerkingsprogrammatuur voor de WSRT, en met name het gedeelte dat door de astronomische gebruikers zelf wordt gebruikt, zodanig zal moeten worden opgezet dat het kan worden opgenomen in een wereldwijd geaccepteerd systeem. Het door NRAO ontwikkelde AIPS systeem is op vele plaatsen op de wereld in gebruik. In de huidige versie heeft het het nadeel moeilijk toegankelijk te zijn voor programmeurs buiten NRAO. In die

situatie lijkt met een geheel te vernieuwen versie een verandering ten goede te komen in de loop van 1991.

Ook is, na grondige discussie, vastgesteld dat het essentieel is de WSRT reductie niet los te ontwikkelen van de rest van de programmatuur, die in Westerbork gebruikt wordt voor besturing, controle en data-acquisitie en -verwerking. Het door Hamaker begonnen werk is nu dan ook onderdeel van een groter project, waarin de Westerbork ontwikkeling en de ontwikkeling van programmatuur infrastructuur integraal deel uitmaken.

2.3.2.6 Bibliotheek administratie (stagiaire, van Diepen)

De bibliotheek administratie is gekozen als een geschikt (dat wil zeggen nuttig maar niet kritisch) onderwerp om een stagiaire aan te laten werken. Er zijn twee dingen gebeurd: (i) de catalogus is omgezet naar een vorm waarin, net als in de catalogi van WSRT en ING waarnemingen, interactief gezocht kan worden met het programma ARCQUERY (zie 2.3.4.1); en (ii) voor de invoer van nieuwe boeken is een soort *full-screen editor* ontwikkeld. Het project wordt in februari 1991 met het schrijven van een gebruikershandleiding afgesloten.

2.3.3 Onderhoud systemen en programmatuur

2.3.3.1 Westerbork computers (systeembeheer: Grit, Kramer)

Het WSRT besturings en gegevens acquisitie systeem is uitgebreid met een magnetische schijf met een capaciteit van 300 Mbyte. Deze uitbreiding was vooral nodig ter ondersteuning van de nieuwe *mosaicking* waarneemtechniek (zie 2.3.2.1).

2.3.3.2 Dwingeloo computers (systeembeheer: Spoelstra, Lem)

- **Microvax-cluster:** Aan de hardware is alleen een DECserver-250 toegevoegd voor de communicatie met printers en plotters. Het VAX-VMS bedrijfssysteem is dit jaar van versie 5.1, via tussenstappen naar 5.4 overgegaan. Problemen met de System-Industries tape-units en de interactie daarvan met het systeem hebben veel tijd gekost.

- **Alliant:** Eén van de twee multibussen is vervangen door een VME-bus, waaraan een Ethernet controller, een Interactive Processor en een diskcontroller zijn gekoppeld. Hiermee is de mogelijkheid geschapen om de randapparatuur van de machine uit te breiden. De multibus techniek is in de nieuwere Alliant machines geheel verlaten.

Ook kon nu eindelijk de toegang van de gebruikers via terminal-servers op dezelfde manier geregeld worden als met de Digital apparatuur. Van het Alliant bedrijfssysteem Concentrix is één nieuwe versie geïnstalleerd.

• **DECstation 3100:** Dit door het *Expertise Centrum Astronomische Beeldverwerking* aangeschafte Unix werkstation is in het voorjaar geïnstalleerd. Het wordt zowel zelfstandig als in combinatie met de Alliant gebruikt vooral voor werk met het NRAO programmatuur pakket AIPS.

2.3.3.3 Onderhoud WSRT standaard archivering en reductie (Vosmeyer, Spoelstra)

In principe worden aan het nu nog in gebruik zijnde pakket voor de standaard verwerking en archivering van WSRT waarnemingen geen wezenlijke veranderingen meer aangebracht nu een geheel vernieuwde versie in zicht is. Aanpassingen zijn aangebracht om een nieuwe magneetband indeling (tape versie 7) aan te kunnen, en om in de ionosfeer programmatuur de *chirp-sounder* gegevens van het Ministerie van Defensie te kunnen verwerken.

Een belangrijke verbetering voor gebruikers is de omzetting van de oude catalogus van WSRT waarnemingen naar een nieuwe en de daarmee gepaard gaande opening van de mogelijkheid deze catalogus interactief, zowel intern als via computernetwerken, te benaderen. Het systeem is sedert de zomer volledig operationeel. De voor het La Palma archief (zie 2.3.4.1) ontwikkelde programmatuur wordt ook voor de interactie met de WSRT catalogus gebruikt.

De medium-administratie (voorheen tape-administratie geheten) en de programma's die metingen kopiëren van het ene medium naar het andere zijn zodanig aangepast dat een omzetting van het oude magneetband archief naar optische schijven kan gebeuren in een routinematige procedure, die niet vastloopt wanneer delen van oude banden niet goed leesbaar blijken te zijn.

2.3.3.4 Dwingeloo telescoop (Lem)

De nu in gebruik zijnde versie van de programmatuur die de telescoop bestuurt, de gegevens binnen haalt en gedeeltelijk verwerkt functioneert redelijk zolang geen andere activiteiten (zoals het ontwikkelen en testen van software) gebeuren tijdens het waarnemen. Een nieuwe versie, die wel tegen de nevenactiviteiten bestand is, is geschreven. Aangezien echter de telescoop het grootste deel van het

jaar voor de volle tijd met hoge prioriteit in gebruik is, kan het testen ervan alleen effectief gebeuren in een algemene onderhoudsperiode. Zo'n periode in het voorjaar van 1990 is daarvoor ook gebruikt, maar helaas is het niet gelukt de nieuwe versie volledig geïnstalleerd en getest te krijgen. Dit zal nu dus in de loop van 1991 moeten gebeuren.

2.3.3.5 Geïmporteerde programmatuur

AIPS (Foley)

Twee nieuwe versies zijn geïnstalleerd met weinig problemen.

STSDAS/IRAF (Hamaker)

Naar aanleiding van een demonstratie bij STScI werd overgegaan tot installatie van een IRAF-tape die we al geruime tijd geleden in huis hadden. Hoewel IRAF een aantal aantrekkelijke eigenschappen heeft, die het als infrastructuur voor het bouwen van programma's geschikter maken dan het huidige AIPS, lijkt het niet ontworpen zijn op data structuren van in de apertuur synthese gebruikelijke afmetingen een belangrijk nadeel. De groep die aan de nieuwe versie van AIPS werkt lijkt tot een soortgelijke conclusie te zijn gekomen na serieus de mogelijkheid van combinatie van de twee pakketten te hebben overwogen.

Andere programmatuur

Aan het door ESO onderhouden MIDAS pakket en de van Caltech afkomstige VLBI verwerkings programmatuur is nauwelijks enig werk gedaan.

2.3.4 Brits-Nederlandse projecten en taken

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

Op verzoek van RGO, dat met de verhuizing van van Herstmonceux naar Cambridge de *archive-operator* verloren heeft, is in het voorjaar een voorstel gemaakt om de archief operaties te vereenvoudigen, door de transport-tapes ook als archief tapes te gebruiken. Dit betekent dat de transport-tapes op RGO wel worden gelezen om ze te controleren en er de waarnemingen catalogus uit op te bouwen, maar niet meer worden omgezet naar een meer compacte archief-tape. Na

bespreking van ons voorstel is besloten de uitvoering ervan, desnoods ten koste van reeds afgesproken ontwikkelingen, hoge prioriteit te geven teneinde te voorkomen dat een onaanvaardbaar grote achterstand bij het laden van het archief zou ontstaan.

Na van Diepen's terugkeer van La Palma is deze verandering van de reeds enkele jaren in gebruik zijnde programmatuur eerst aangepakt. Tegen eind september is het bij RGO geïnstalleerd. Het laden van het archief is daarmee weer beheersbaar geworden ondanks het verlies aan mankracht.

Met het groeien van het aantal waarnemingen in de catalogus werd het wenselijk een aantal veel gebruikte parameters te indiceren. Hoewel altijd wel was beseft dat zich deze situatie zou kunnen voordoen, was het indiceren toch niet als apart onderwerp in de afspraken voor de derde fase van het contract ingebouwd. Besloten is daarom om deze programmatuur ontwikkeling, die de laatste maanden van het jaar heeft gekost, te doen ten koste van nog nader te specificeren activiteiten van fase 3. De beslissing daarover valt pas in het voorjaar van 1991.

De streefdatum voor het voltooien van fase 3 is vóór de zomer van 1991. Na die tijd zal een garantie periode van een jaar ingaan.

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

Een bezoek van enkele weken aan Hawaii, dat voor een deel samenviel met de aanwezigheid van John Lightfoot van het ROE aldaar, heeft tenslotte de specificaties opgeleverd die nodig waren om de software voor besturing van, en uitlezing en calibratie van de gegevens die via de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) met de JCMT worden verkregen, te ontwerpen en schrijven. Een en ander is in op dit bezoek volgende discussies en correspondentie met Lightfoot nader gepreciseerd.

Het grootste deel van de programmatuur is in de laatste maanden van het jaar geschreven. Het testen ervan moet wachten tot de Spectrometer zelf in begin 1991 in het laboratorium is geïntegreerd. Het plan is spectrometer en programmatuur in mei 1991 te verzenden naar Hawaii. Van Someren Gréve zal daarna enkele maanden daar blijven om het geheel ook aan de telescoop aan het werk te krijgen.

2.3.4.3 Optisch werk met hoge resolutie (Noordam)

De enige bemoeienis die Noordam nog met GHRIL, het hoge resolutie laboratorium op de William Herschel Telescoop, heeft is het lidmaatschap van de *GHRIL users committee*. In een vergadering in mei is vastgesteld dat de faciliteit intensief gebruikt wordt, dat er interesse voor is van buiten de Brits Nederlandse gemeenschap en dat de faciliteit vaak nuttig is om onvolkomenheden in de rest van het optische systeem van de telescoop te traceren.

2.3.4.4 Detachering La Palma I (Van der Velde)

Naast de zorg voor een deel van de operationele programmatuur heeft van der Velde sinds dit jaar de verantwoordelijkheid voor het beheer van de VAX systemen. Het systeembeheer neemt dan ook het grootste deel van zijn tijd in beslag.

Mede als gevolg van het feit dat er langzamerhand nog maar weinig mensen op de sterrenwacht zijn met een langere diensttijd op La Palma, is hem ook de verantwoordelijkheid van *fire-officer* opgedragen.

2.3.4.5 Detachering La Palma II (Van Diepen)

In de laatste zes maanden van zijn twee jaren op La Palma heeft van Diepen aan een groot aantal aspecten van de programmatuur van de *Isaac Newton Telescope* en de *Jacobus Kapteyn Telescope* gewerkt. In veel gevallen zijn problemen of ergernissen van gebruikers die reeds lang bestonden daardoor opgelost. Daarnaast heeft hij zich ook bemoeid met de indeling van de FITS tapes omdat deze niet voldeed aan de internationale regels.

2.3.4.6 Detachering La Palma III (Stuurwold)

Hoewel een computertechnicus op La Palma in theorie ook de ondersteuning heeft van de service van de leveranciers, moet hij in veel gevallen toch veel meer zelf opknappen dan hij bijvoorbeeld in Dwingeloo zou moeten doen omdat andere hulp nu eenmaal niet 's nachts te mobiliseren is. Naast het verhelpen van storingen heeft ook de installatie van nieuwe apparatuur veel aandacht gehad.

Sedert de zomer van 1990 heeft Stuurwold de leiding van het kleine groepje computertechnici. Allemaal draaien zij mee in het rooster van *duty-technicians*, die tijdens de waarnemingen alle technische problemen moeten aanpakken, ook degenen waarin zij niet zijn gespecialiseerd.

2.3.4.7 Coördinatie Nederlandse mankracht voor de La Palma en Hawaii sterrenwachten (Raimond)

In het begin van het jaar is met personeelsleden en de vakgroep sterrenkunde van de Universiteit van Amsterdam de mogelijkheid van detachering op La Palma of Hawaii onderzocht. Hoewel dit helaas niet tot een concrete uitzending heeft geleid, is wel bereikt dat dit in principe in de toekomst wellicht zal gebeuren.

In het najaar heeft vooral het zoeken van een opvolger van één van de Nederlandse *support-astronomers* van de ING op La Palma veel tijd en aandacht gevergd.

2.3.4.8 Interferometrie met de JCMT (Raimond)

Op verzoek van de *JCMT-board* zijn de mogelijkheden voor interferometrie door twee commissies onderzocht. De ene commissie heeft vooral naar de mogelijkheden en kosten van sub-millimeter VLBI gekeken. De andere (Carlstrom, Higgs, Hills, Raimond en Webster) heeft zich met locale interferometrie bezig gehouden. Na twee vergaderingen in Cambridge en in Penticton is een interim-rapport aan de *board* uitgebracht met als aanbevelingen: (i) in ieder geval de mogelijkheden te onderzoeken tot samenwerking met het *Smithsonian Astrophysical Observatory* om in de plannen voor een zes-elements sub-millimeter apertuur synthese instrument de JCMT en wellicht ook de CSO (*Caltech Submillimeter Observatory*) te betrekken, en (ii) om, indien daarvoor de financiën en de mankracht gevonden kunnen worden, van de JCMT en de CSO op experimentele basis een enkelvoudige interferometer te maken.

2.3.5 Operationele taken

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

De grote hoeveelheid 21 cm lijn metingen in december 1989 en januari 1990 heeft de achterstand van de standaard verwerking van de gegevens op de waarnemingen in het begin van dit jaar sterk doen groeien. Door allerlei oorzaken, waaronder het zich voor het eerst voordoen van *mosaicking* metingen heeft het vrij lang geduurd voordat deze achterstand weer kon worden ingelopen. In feite is dat pas echt gebeurd toen in het najaar een periode van 49-cm en 92-cm continuüm metingen begon. In totaal zijn 240 equivalenten van twaalf-uurs metingen aan de gebruikers afgeleverd. De metingen die de standaard

calibratie hebben ondergaan waren verdeeld over 180 groepen. Binnen ieder van deze groepen zijn de calibratie-parameters gelijk. Zij worden afgeleid uit calibratie metingen, al of niet speciaal gegroepeerd voor een speciaal doel, zoals de berekening van de basislijn-lengten en -oriëntaties. Veel van de continuüm metingen worden alleen op standaard manier gearchiveerd om vervolgens een redundantie- en zelfcalibratie behandeling te ondergaan onder leiding van de onderzoekers zelf. Dit geldt ook voor de *mosaic* metingen.

2.3.5.2 Verwerking in Groningen en Leiden (Weerstra, Coolen)

Het maken van kaarten gebeurt in Groningen op de Alliant computer en in Leiden op de Convex computer gebruik makend van het in Dwingeloo daarvoor ontwikkelde programma, dat onderdeel vormt van het redundantie/zelfcalibratie pakket. In Leiden wordt bovendien ook veel gebruik gemaakt van het AIPS pakket voor zowel het maken van kaarten als het verder analyseren van de waarnemingen. In Groningen gebeurt de analyse van de metingen (meest 21-cm lijn) vrijwel geheel in GIPSY.

2.3.5.3 Assistentie WSRT waarnemingen (Van Someren Gréve, Grit, Kramer)

Bij het reduceren van pulsar waarnemingen met de WSRT is in de eerste helft van het jaar assistentie verleend. Een veel meer tijdrovende zaak was het zoeken naar een groot (en schijnbaar steeds groeiend) aantal correlator fouten. Hiervoor zijn bestaande programma's aangepast en enkele nieuwe programmaatjes geschreven. Tegen het eind van het jaar is, ten behoeve van de *WEsterbork Northern Sky Survey (WENSS)* op 49 en 92 cm golflengte een VAX programma gemaakt voor het optimaal organiseren van de veldcentra.

2.3.5.4 Coördinatie van VLBI waarnemingen met de WSRT (Foley)

Dit jaar was de WSRT betrokken bij vier VLBI waarneemperiodes met een gezamenlijke lengte van 47 dagen. De voorbereiding, de coördinatie en de afwerking van deze waarnemingen vergden gedurende een groot gedeelte van deze tijd de aandacht van Foley.

2.3.5.5 Waarnemingen met de Dwingeloo telescoop (Moorrees)

Het dagelijkse toezicht op het functioneren van telescoop en ontvangers en op de goede voortgang van het waarneemprogramma zijn bij elkaar ongeveer 20 procent van een dagtaak.

2.3.6 Technisch en wetenschappelijk onderzoek

2.3.6.1 Computer Aided Software Engineering (Hamaker)

In de academische wereld, waar de software-staf in het algemeen autodidactis, worden systematische programma-ontwerpmethoden maar weinig toegepast. Volgens de literatuur leidt toepassing ervan tot aanzienlijke productiviteitsverhoging, met name doordat de meeste fouten in een ontwerp in een veel vroeger stadium gedetecteerd worden. Vooral omdat het nieuw opzetten van de WSRT gegevensverwerking (zie 2.3.2.5) een grote taak is, was er alle aanleiding, ons in deze methoden te verdiepen, temeer daar er langzamerhand een groot aantal software pakketten voor dit soort werk op de markt is. In hun beste vorm moeten *Computer-Aided Software Engineering (CASE)* programma's in staat zijn het aan het ontwerpen verbonden administratieve en teken-werk grotendeels over te nemen, de ontwerper daarmee vrij makend om zich geheel op de inhoudelijke aspecten te concentreren.

Na literatuurstudie en een marktverkenning moest antwoord gevonden worden op de vraag of relatief goedkope pakketten die op een PC kunnen draaien bruikbaar zijn, of dat we voor een realistische toepassing aangewezen zijn op een werkstation met navenant duurder software. Na een proefperiode werd tenslotte besloten dat de prijs/prestatie verhouding van het programma "System Architect" de aanschaf ervan rechtvaardigt.

Een probleem bij het beoordelen van het programma is, dat we niet alleen dit stuk gereedschap moeten leren kennen, maar ook de hele filosofie van software-ontwerpen die er achter zit. Tijdens de evaluatie en de maanden daarna werd veel tijd besteed aan het ontdekken hoe het systeem het beste gebruikt kan worden, welke beperkingen en fouten het bevat en hoe daar het beste mee te leven valt. Op langere termijn zal duidelijk moeten worden, in hoeverre de beperkingen specifiek zijn voor dit programma dan wel inherent aan de onderliggende methodieken, en ook in hoeverre sommige nu waargenomen tekortkomingen in feite berusten op gebrek aan begrip van onze kant.

Hoewel het duidelijk is dat althans dit stuk CASE-gereedschap niet alle problemen van het ontwerpen van programmatuur oplost,

blijkt wel dat het uitermate nuttig is in het stadium waarin met een aantal mensen over het ontwerp gecommuniceerd moet worden. Ook bewijst het nu reeds zijn waarde voor documentatie.

2.3.6.2 Calibratie onderzoek (Spoelstra)

Samen met Yang Yi-pei (Beijing) werden bijdragen over storingsonderdrukking en polarisatie mapping voor de 23e algemene vergadering van de URSI voorbereid.

2.3.6.3 Optische interferometrie in de ruimte (Noordam)

Het rapport van de *Space Interferometry Study Team*, waarvan Noordam lid is, is uitgebracht aan de *Astronomy Working Group* van ESA. Aanbevolen wordt te streven naar een optische interferometer van ongeveer 100 m over ongeveer 15 jaar. ESA heeft het vervolg van het werk van de SIST nu ondergebracht bij een subcommissie van de *Lunar Study Steering Group (LSSG)*.

2.3.7 Organisatie en externe taken

2.3.7.1 Storing in het radio spectrum (Spoelstra)

Kahlmann en Spoelstra vertegenwoordigen de Nederlandse (en veelal ook de internationale) astronomie bij vele vergaderingen en bijeenkomsten die worden gehouden ter voorbereiding van de WARC 1992, de conferentie waarop een deel van het radio-spectrum opnieuw zal worden toegewezen aan belanghebbenden over de gehele wereld. Het optimaal behartigen van de belangen van de astronomie op deze door commerciële diensten gedomineerde conferentie vergt reeds nu zeer veel tijd en aandacht.

2.3.7.2 Project management Expertise Centrum Astronomische Beeldverwerking (Raimond)

Met de implementatie van het eind 1989 opgestelde en door het bestuur goedgekeurde project plan is dit jaar een begin gemaakt. Zo zijn in het begin van het jaar glas- en filmcopieën van de *Palomar Sky Survey* besteld, zijn werkstations aangeschaft voor alle deelnemende astronomische instituten en voor de besturing van de ASTROSCAN, is een programmeur voort twee jaar in Groningen aangesteld om GIPSY aan te passen voor werkstations. Later in het jaar zijn beslissingen genomen om ook in Leiden een programmeur aan te stellen, om Digital Audio Tape (DAT) als transport medium voor grote

hoeveelheden gegevens tussen de verschillende EC vestigingen te gaan gebruiken, om een aantal X-terminals aan te schaffen voor programma ontwikkeling in Leiden en Groningen en om de computer configuratie in Roden aan te passen voor de verwerking van La Palma gegevens. Ook werd, na een marktonderzoek, besloten tot aanschaf van een jukebox voor magneto-optische schijven gekoppeld aan een server, die remote en onbemand toegang tot de database van ruwe IRAS gegevens moet garanderen via SRON's Geisha programmatuur. De jukebox heeft een opslagcapaciteit van 20 Gbytes.

In de loop van de volgende jaren zal het over een aantal instituten verspreide expertise "centrum" langzamerhand operationeel worden. Na 1992 zullen de instituten de exploitatie moeten overnemen.

Tabel 2.3.1
Computergroep mankracht in 1990 (mj)
Use of the computer group's manpower in 1990 (my)

Programmatuur ontwikkeling		3.10
Westerbork		1.47
WSRT real-time besturing/bewaking	0.34	
WSRT off-line gegevens verwerking	1.07	
Speciale applicaties	0.06	
Dwingeloo		1.63
Infrastructuur: DWARF	0.64	
WSRT calibratie/correctie	0.72	
WSRT gegevens analyse	0.17	
andere programmatuur	0.10	
Onderhoud programmatuur en systemen		3.03
Westerbork		0.52
Bedrijfssystemen en hardware	0.17	
Real-time en off-line programmatuur	0.34	
VLBI software	0.02	
Dwingeloo		2.51
Bedrijfssystemen en hardware	1.13	
WSRT gegevens verwerking en analyse	0.92	
Dwingeloo telescoop	0.30	
externe pakketten (AIPS, IRAF, etc.)	0.15	

UK/NL projecten en taken		3.49
La Palma/Hawaii archief	0.49	
DAS D-task voor JCMT	0.31	
High Resolution Imaging, GHRIL	0.06	
Detachering La Palma	2.53	
Coördinatie UK/NL mankracht	0.08	
Studie JCMT interferometrie	0.03	
Operationele taken		3.36
Verwerking WSRT gegevens	2.60	
Assistentie WSRT waarnemingen	0.09	
Coördinatie VLBI waarnemingen	0.20	
Waarnemingen Dwingeloo telescoop	0.23	
Assistentie gebruikers	0.23	
Onderzoek en studie		0.92
Studie/literatuur/conferenties	0.52	
Technisch & Wetenschappelijk onderzoek	0.40	
Organisatie en externe functies		2.45
Management computergroep & ASTRON ¹	1.44	
Dienstcommissie	0.13	
Contact universiteiten	0.33	
Storing in radio spectrum	0.22	
Expertise Centrum (project management)	0.07	
diversen, (inter)nationale commissies	0.27	
Verlof, ziekte		2.65
Verlof	2.30	
Ziekte	0.35	
Totaal aantal manjaren (total number of manyears):		19.00

1 Het management werk van de voorzitter van de directie is hierin begrepen.
This includes Brouw's efforts as chairman of the management.

2.4 Astromengroep

2.4.1 Algemeen

De samenstelling van de groep onderging dit jaar grote wijzigingen. Na een verblijf van drie jaar in Dwingeloo keerden Steffi Baum en Chris O'Dea in september terug naar de V.S. Zij werden opgevolgd door Patricia Henning en Tapasi Ghosh die in november, respectievelijk december, hun opwachting in Dwingeloo maakten. Lowell Tacconi-Garman kwam vanaf 1 juli voor een periode van één jaar voor 50 procent bij de astronomengroep werken. De samenstelling van de groep aan het eind van dit verslagjaar staat vermeld in een van de appendices.

Richard Schilizzi was een groot deel van het jaar in het buitenland. De eerste drie maanden bracht hij een werkbezoek op het Nobeyama Observatorium in Japan. Vanaf juli tot en met december was hij op *sabbatical* op de Australian Telescope National Facility. Vanaf 1 mei werd de aanstelling van de Bruyn teruggebracht tot 70 procent in verband met de aanvaarding van een deeltijd (30%) positie, buitengewoon hoogleraar radiosterrenkunde, bij het Kapteijn Laboratorium van de Rijksuniversiteit Groningen.

Naast de vele studenten, binnen- en buitenlandse collegas, die voor perioden van enkele dagen tot één maand in Dwingeloo werkten met leden van de astronomengroep, waren er in de zomer ook weer een viertal zomerstudenten te gast op het instituut: één uit Italië en drie uit de V.S.

Schilizzi en O'Dea organiseerden, in nauwe samenwerking met C. en R. Fanti uit Bologna, in juni een 2-daagse workshop in Dwingeloo over compacte radio bronnen. Deze workshop bracht ongeveer 30 specialisten, van over de gehele wereld, naar Dwingeloo en was een groot succes.

Het contact met de universitaire instituten werd voornamelijk onderhouden door de vaste leden van de groep en door Linda Tacconi die zeer regelmatig het Kapteijn Laboratorium bezocht. De Bruyn was als begeleider betrokken bij de promotie onderzoeken van Mark Wieringa (Leiden) en Dolf Sijbring (Groningen) en, samen met Schilizzi, van Anton Jongeneelen (Leiden). Schilizzi was ook begeleider van het promotie onderzoek van Jeanette Hooimeyer (Leiden) dat aan het eind van het jaar bijna gereed was.

Naast het onderhouden van de liason met studenten, promovendi en collegas op de universiteiten en de contacten met de technische staf van de Stichting is het wetenschappelijk onderzoek de belangrijkste taak van de leden van de groep. Een beschrijving van het uitgevoerde onderzoek is te vinden in het Engelstalige deel van dit jaarverslag (§6.1). Over dit werk werd gerapporteerd tijdens staflunches, d.m.v colloquia, op workshops en op internationale conferenties; ook deze activiteiten staan samengevat in de diverse appendices.

Een niet onaanzienlijk deel van de tijd van vooral de vaste leden van de groep verdwijnt in vergaderingen en beoordelingen (*refereeing* van voorstellen voor financiële steun, wetenschappelijke artikelen in tijdschriften dan wel voorstellen voor waarneemtijd). De diverse commissie lidmaatschappen staan vermeld in §7.10.

2.4.2 Dienstverlenende taken

Preprints en reprints

De Bruyn was het ontvangstpunt voor en coördineerde de produktie en distributie van preprints en reprints. In totaal werden 7 preprints geproduceerd en gedistribueerd. Ook werden er vier proefschriften, die voor een belangrijk deel steunden op werk met de radio telescopen van de Stichting, gedistribueerd via dit systeem.

WSRT steun

De Bruyn en Braun onderzochten de mogelijkheden van mozaiek waarnemingen met de WSRT; het ziet er naar uit dat dit in de toekomst een belangrijke mode van waarnemingen met de WSRT zal gaan worden. Een artikel van hun hand over mozaiek waarnemingen verscheen in de 3e ASTRON/NFRA Newsletter. Software voor mozaiek waarnemingen, ontwikkeld door Brouw, werd getest door de Bruyn. De Bruyn en Strom assisteerden bezoekers uit binnen- en buitenland bij het gebruik van de speciale (redundantie) zelfcalibratie programmas. De Bruyn begeleidde ook D. Jansen (Leiden) bij zijn radio praktikum onderzoek in Dwingeloo. Verder schreef hij twee artikelen voor de 1e ASTRON/NFRA Newsletter over de status van 92 cm waarnemingen met de WSRT en, in samenwerking met Raimond, over het WSRT archief.

Colloquia

Baum was verantwoordelijk voor de organisatie van colloquia. Deze taak werd na haar vertrek overgenomen door Noordam.

Steun voor laboratorium mm-werk

Linda Tacconi, Lowell Tacconi-Garman en Braun overlegden veelvuldig met Casse en Woestenburg over het ontwerp, de voortgang van en de software voor de multi-beam ontvanger voor de JCMT. Als gebruikers van een dergelijke ontvanger onderzochten zij met name de problemen van de array bundel rotatie op de hemel. Een oplossing hiervoor in hardware verdient de voorkeur boven een software oplossing achteraf.

Diversen

Lowell Tacconi-Garman schreef verscheidene programma's (VIRGODIST en TWILIGHT) voor algemeen wetenschappelijk gebruik. Daarnaast schreef hij twee programmas voor de vertaling van JCMT data en WSRT interferentie-monitoring gegevens, dit laatste op verzoek van Kahlmann, naar een formaat hanteerbaar door het DrawSpec pakket.

De Bruyn vormde samen met Bolland, Noordam, Kahlmann en Raimond een redactie-team voor de nieuw uit te geven ASTRON/NFRA Newsletter. Zij zullen bij toerbeurt de eindredactie voor hun rekening nemen. In 1990 werden drie Newsletters geproduceerd.

2.4.3 Toekomstige projecten

De Bruyn schreef een Note (#571) waarin het toekomstig gebruik en mogelijke upgrades van de WSRT werden onderzocht. Deze notitie diende ter ondersteuning van de beleidsbepaling van ASTRON in de jaren negentig. Hij was ook actief bij de organisatie van interne en nationale *brainstorms* in augustus en september over de toekomst van ASTRON en de Nederlandse sterrenkunde.

Strom is nauw betrokken, als lid van een werkgroep, bij de ontwikkeling van de *multi-frequency frontends* (MFFE's) voor de WSRT. Hij houdt zich vooral bezig met de (polarisatie-) calibratie van de frontends. Hij reduceerde test waarnemingen met de WSRT waarbij de noise-source injectie gebruikt wordt voor de bepaling van het X-Y faseverschil tussen de gelijknamige kanalen. De resultaten van een test met de 18 cm frontends werden beschreven in Note #572.

Schilizzi was gedurende het gehele jaar betrokken, als project leider, bij de ESA Assessment Study van IVS (International VLBI Satellite). Hij schreef verscheidene delen van het rapport.

Voortgang werd geboekt bij het zoeken van EEG steun voor het Europese VLBI Correlator centrum. De wetenschaps ministers van de

betrokken EEG landen besloten, na onderling overleg, om de European Science Foundation te vragen om het VLBI project te vergelijken met andere voorstellen voor astronomische faciliteiten met een Europese dimensie. Een daartoe ingestelde ESF advies groep vergaderde in juli en concludeerde dat het VLBI Correlator voorstel, als enige van de beschouwde voorstellen, aan de doelstellingen voor subsidie uit EEG bronnen beantwoordde, en daarom voor subsidie in aanmerking zou kunnen komen. Deze aanbeveling werd vervolgens door de Nederlandse minister van Onderwijs doorgestuurd naar Brussel. Aan het eind van het jaar was het voorstel nog in behandeling.

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 Directie.

De werkzaamheden en bevoegdheden voor personeelszaken zijn per 1 september gedecentraliseerd van NWO naar de stichting. Mw. M. Abrahams is per 19 november aangesteld als administratief medewerkster bij PZ om de extra taken op te vangen. Het betreft een 50 procent deeltaak voor een periode van maximaal 2 jaar in het kader van de extra middelen uit het personeelsknelpuntenfonds.

2.5.2 Personeelszaken

Per 10 augustus is een gewijzigd formatieschema van kracht geworden. De twee belangrijkste wijzigingen zijn (1) een herverdeling van de aantallen posities binnen de Computergroep over de volgende functies:

	systeem analisten	senior programmeurs	programmeurs
oude situatie	2	3	2
nieuwe situatie	1	5	1

en (2) de toevoeging van een positie voor een systeemfysicus aan de Telescoopgroep. Deze positie is per abuis niet opgenomen in de formatiebeschrijving van 1987/88. Het formatieschema telt 113 posities en omvat circa 105 volledige arbeidsplaatsen.

ASTRON heeft NWO per brief van 28 maart 1990 laten weten in principe in te stemmen met de decentralisatie van het personeelsbeleid en -beheer voor een proefperiode van 2 jaar waarbij enkele kanttekeningen zijn geplaatst. Deze kanttekeningen betreffen deels formele kwesties, zoals de manier waarop bij besluiten zou worden

aangegeven dat deze namens het Algemeen Bestuur van NWO zijn genomen, deels specificaties voor procedures voor het opstellen van nieuw beleid, deels verzoeken om nadere informatie en een raming van de extra benodigde menskracht van 0,5 m.j/jaar die NWO bij ASTRON beschikbaar zou moeten stellen. De praktische overdracht van de werkzaamheden heeft per 1 september plaatsgevonden nadat Mast en Boland op 15 augustus met een delegatie van PZ van NWO hebben gesproken over de implementatie van de decentralisatie. Aangezien NWO geen overzichten van te verrichten procedures en administratieve handelingen voor diverse PZ werkzaamheden kon leveren, heeft PZ een belangrijk deel van de tijd in augustus, september en oktober gebruikt om zelf een beschrijving te maken van de werkzaamheden. Er is nauwelijks tijd besteed aan de inhoudelijke aspecten van het PZ-werk. In zekere zin was dit voorspelbaar in deze fase van het decentralisatie proces.

2.5.3 Financiën

De financiële middelen voor ASTRON wordt verstrekt door NWO in de vorm van subsidies. In 1990 werd een gewoon subsidie van fl. 10.053.000 en een investeringssubsidie van fl. 6.900.000, waarvan fl. 1.500.000 in het kader van het Intentioneel Apparatuur Schema (IAS) vastgesteld. De bestedingen van de subsidies zijn samengevat in Appendix A. Mede dankzij een voorfinanciering van kf 1000 ten behoeve van de UK/NL kapitaalsaflossing en een herfinanciering van kf 139 in het kader van de UK/NL exploitatielasten is de stichting erin geslaagd een sluitende begroting te realiseren. Een lage koers van de US dollar en het pond sterling vormde hierbij een gunstige bijkomstigheid.

2.5.4 Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo

Gebouwen

In maart werd de uitbreiding en verbouwing van de printafdeling opgeleverd. Bijna 85 m² netto werkruimte kwam hier beschikbaar voor het maken van hoog- en laagfrequentie schakelingen door middel van ets-, opdamp- en metalliseertechnieken. De aangrenzende ruimten werden aangepast voor de hieraan aanvullende werkzaamheden. Tevens vond er een kleine verbouwing plaats in de ruimte grenzend aan de cryogene werkplaats. De totale kosten, inclusief de aanschaf van nieuwe apparatuur bedroegen fl. 294.000,-.

Ten behoeve van het RadioAstron project werden twee ruimten in het Waarneemhuisje aangepast en ingericht als z.g. "stofarme werk-kamers". Plafonds en wanden werden met speciale verf behandeld en de luchtventilatioeroosters werden van stoffilters voorzien. De werkzaamheden werden in eigen beheer uitgevoerd. Voor het uitvoeren van de werkzaamheden aan het project werd speciale beschermende kleding aangeschaft.

Het dak op de zuidwest vleugel van de z.g. nieuwbouw vertoonde lekkage. Een expertiseburo heeft een onderzoek uitgevoerd en de conclusie is dat de dakbedekking is gescheurd op plaatsen waar door de grote temperatuurverschillen de isolerende dakplaten zijn gaan werken. In het voorjaar van 1991 zal de dakbedekking hier worden vervangen door een nieuwe bitumeuse bedekking.

In de kelder onder het laboratorium werd in eigen beheer een ruimte aangepast en ingericht als optische kamer voor het testen van apparatuur voor het SCASIS project.

Het hoofdgebouw van de Sterrenwacht confronteert ons regelmatig met ouderdomsverschijnselen; het dak vertoont lekkages op diverse plaatsen, enkele werkplaatsen hebben tochtverschijnselen door kierende kozijnen en er is een chronisch tekort aan werk-, archief- en opslagruimte hetgeen o.a. resulteert in extra werk voor het schoonhouden van deze ruimten. Dit laatste doet zich overigens ook voor in de "nieuwbouw".

De telefooncentrale vertoonde in het afgelopen jaar een fors aantal storingen, dat resulteerde in het af en toe onbereikbaar zijn van de Sterrenwacht via de telefoon voor de buitenwacht. De P.T.T. heeft geprobeerd dit op te lossen door diverse technische "noodverbanden" in onze centrale aan te brengen, helaas gaf dit maar tijdelijk soulaas. Getracht zal worden in 1991 een nieuwe centrale in het gebouw te plaatsen.

Dienst- en Stichtingswoningen

De in het beheer zijnde woningen verkeren over het algemeen in goede staat en geven geen aanleiding tot opmerkingen. In 1991 zijn de woningen toe aan grote schilderbeurt.

Gastenverblijf

Het gebruik van het gastenverblijf was nagenoeg constant, in 1990 werden er 665 overnachtingen geboekt (in 1989 en 1988 was dit respectievelijk 653 en 635).

Dienstauto's

De drie dienstauto's hebben in 1990 totaal 68452 km afgelegd, dit was in 1989 en 1988 respectievelijk 71164 en 77129 km.

In 1991 zal de Fiat Fiorino, die hoofdzakelijk voor de ritten Dwingeloo/Westerbork v.v. werd ingezet, worden vervangen.

2.5.5 Popularisering

Het succes van de popularisering van de Sterrenkunde in 1990 is niet alleen te danken aan de inzet van directie en medewerkers van ASTRON, maar ook aan de deskundigheden die leden van de Volkssterrenwacht Drenthe hebben getoond. Er zullen weinig of geen personen zijn die bij het horen van verhalen over sterrenkunde en telescopen niet onmiddellijk denken aan Dwingeloo en Westerbork. De bijdrage die het Planetron te Dwingeloo in de popularisering van de Sterrenkunde hieraan levert is mede te danken aan deze grote bekendheid. Het "voor het volk" naarbuiten brengen van moeilijke begrippen als: radioastronomie, gekoelde frontends, equatoriale opstelling, was voor hen die zich in 1990 beschikbaar stelden de eerste opdracht. De moeilijke vragen kwamen uit het publiek en de passende antwoorden hierop werden op niveau op duidelijke wijze door astronomen en technici gegeven.

Ook dit jaar zijn ASTRON-medewerkers te Dwingeloo en Westerbork er weer in geslaagd de bezoekers van onze instituten iets over te dragen aangaande zaken waar wij ons mee bezighouden. Het zwaartepunt ligt bij de zomerrondleidingen. De geïnteresseerde vakantieganger krijgt dan op woensdagmiddag een verhaal te horen bij de radiotelescoop. Daarbij wordt in de kantine een audiovisuele presentatie geleverd. In woord en beeld kan men dan iets vernemen over andere radiotelescopen die onder regie van ASTRON bedreven worden. Men kijkt dan even mee over de schouder van de werknemer en ziet een aantal resultaten die uit de metingen zijn verkregen. Velen staan verbaasd over de kennis en vaardigheden die technici en astronomen moeten hebben om in de wereld van de wetenschap een vooraanstaande plaats in te nemen en die te behouden.

Bij de popularisering hoort ook het intern duidelijk maken van technische en astronomische zaken. Regelmatig worden vanuit Dwingeloo technische excursies gemaakt naar de Westerbork Synthese Radio-telescoop (WSRT). De popularisering in de zomermaanden op de lokatie Westerbork is geheel in handen genomen door de Volkssterrenwacht Drenthe, die via het Planetron excursies organiseert.

In het kader van de popularisering worden te Dwingeloo en Westerbork op afspraak groepen ontvangen die met een speciaal motief in onze werkzaamheden geïnteresseerd zijn. Gelet op de motieven van deze groepen om een wetenschappelijke instelling als de onze te willen bezoeken, maken wij onderscheid in "doelgroepen" en "algemene" groepen. Een doelgroep moet zich presenteren als een groep die zich vanwege een bepaald aspect van ons werk wil laten informeren. Algemene groepen zijn in 1990 verwezen naar het Planetron. Bij na-informatie bleken de excursies naar het Planetron zeer succesvol te zijn geweest.

Door de inwerking van zonlicht verbleken platen en foto's in de vitrines te Dwingeloo en Westerbork. Dit is aanleiding om regelmatig de inhoud van de vitrines te vernieuwen en te verbeteren. Dit heeft in 1990 ook weer plaatsgevonden. De via een drukknop te starten tekst, die via een cassettebandje en versterker ten gehore gebracht kan worden geeft in enkele minuten een uitleg over de werking van de radiotelescoop. De nieuw geïnstalleerde cassettespelers in de palen van Dwingeloo en Westerbork voldoen goed.

Zoals al enkele jaren gebruikelijk is, is in 1990 ook weer medewerking verleend aan de landelijk georganiseerde Wetenschapsdag. In goed overleg met het Planetron werden bezoekers via een toegangsbeursje en routebeschrijving vanaf het Planetron naar de Radiosterrenwacht verwezen. Door de enorme belangstelling (ong. 500 bezoekers) meldden zich ook direct bezoekers bij de radiosterrenwacht. Hierdoor was het noodzakelijk dat er een continu programma moest worden geboden. Door een astronoom van ASTRON werden twee lezingen gehouden op het Planetron.

In 1990 is een Würzburg spiegel aan het Planetron geschonken. De oude schelp van 7,5 meter is vervangen door een 10 meter spiegel en wordt gebruikt om bezoekers aldaar zelf radiometingen te laten meeleven.

Popularisering van de sterrenkunde geeft de bezoekers, cq. geïnteresseerden een aanzet tot verdere studie. Veelal worden de persoonlijke ervaringen van de ASTRON-medewerkers het meest gewaardeerd. Hiermede is popularisering een vorm van "public relations", die dicht bij de gewone man staat. Men weet in het algemeen niet wat er op een radiosterrenwacht allemaal gebeurt en zelfs als men zich een voorstelling gemaakt heeft, blijkt het vaak dat deze geheel onjuist is. Voor allen die aan de popularisering meewerken is het een uitdaging om geïnteresseerden verder te helpen in hun wensen.

Door de grote druk op de astronomisch-technische werkzaamheden kon dit jaar slechts een klein aantal medewerkers zich vrijmaken. We zijn desondanks blij te kunnen melden dat in 1990 alles goed is verlopen.

2.5.6 Personeelsvereniging

De Personeelsvereniging was ook dit jaar weer actief. In juni werd een roei-speurtocht georganiseerd in het veengebied bij Belt-Schutsloot (NW-Overijssel); ondanks het koele weer was dit evenement een groot succes. In het najaar vond een excursie plaats naar de kalkzandsteenfabriek Roelfsema in Smilde (de schepper van het befaamde "Blauwe Meer"). Sinterklaas bezocht het bedrijf per hoogwerker en nam kennis van de uit kartonnen dozen en ander "waardeloos materiaal" opgetrokken maquettes, waarin groepen personeelsleden hun opvattingen over de ideale werkomgeving gestalte hadden gegeven.

3 Brits-Nederlandse samenwerking in astronomisch onderzoek

3.1 Inleiding

In 1981, om precies te zijn op 18 juni van dat jaar, hebben SERC en Z.W.O. een samenwerkingsovereenkomst ondertekend. Hiermee hebben beide organisaties zich verplicht gedurende lange tijd, 30 jaar, samen te werken bij de bouw en exploitatie van telescopen en waarneminstrumenten die beide landen nodig hebben om hun vooraanstaande positie in de internationale astronomische gemeenschap te behouden. De gezamenlijke investeringen zijn van een dergelijke omvang zijn dat elk land afzonderlijk zich zo'n inspanning niet kan permitteren. In 1987 is de National Research Council van Canada toegetreden tot een deel van de UK/NL samenwerking, te weten de inspanning op het gebied van de James Clerk Maxwell Telescope (JCMT).

De samenvatting omvat drie optische telescopen van de Isaac Newton Group (ING) van het Observatorio del Roque de los Muchachos op het Canarische Eiland La Palma en de JCMT op Hawaï. De JCMT is speciaal bestemd voor de detectie van radiostraling in het (sub)millimeter gebied van het electromagnetische spectrum.

De bestuurlijke beslissingen met betrekking tot de ING op La Palma worden genomen door de SERC/NWO Joint Steering Committee (JSC). De vergaderingen van de JSC worden van Nederlandse zijde voorbereid door de stuurgroep UK/NL samenwerking. De astronomische gemeenschappen in Groot-Brittannië en in Nederland hebben inspraak in en een adviserende taak bij de besluitvorming in de JSC door middel van de La Palma Users Committee. De exploitatie van de ING berust bij het Royal Greenwich Observatory (RGO). De directeur van RGO laat zich bij belangrijke management beslissingen adviseren door de ING Programming and Coordinating Committee die voor ongeveer de helft uit Nederlanders bestaat.

Een soortelijke organisatie geldt voor de JCMT op Hawaï. De SERC/NRC/NWO JCMT Board vormt het bestuurlijke orgaan. De



vergaderingen van deze Board worden in Nederland voorbereid door de Stuurgroep UK/NLSamenwerking. De astronomen uit Groot-Brittannië, Canada en Nederland hebben inspraak en een adviserende taak via de JCMT Users Committee. De exploitatie van de JCMT vindt plaats onder de verantwoordelijkheid van het Royal Observatory Edinburgh. De directeur van ROE laat zich over technische beslissingen inzake instrumentatie en ontvangers adviseren door het Technical Advisory Panel (TAP), waarin deskundigen uit de drie participerende landen zitting hebben.

De Nederlandse vertegenwoordiging in UK/NL besturen en commissies is weergegeven in hoofdstuk 7 van dit jaarverslag. Deze bestuurlijke en programmatische betrokkenheid is een relatief omvangrijke belasting voor de astronomische gemeenschap in ons land.

3.2 Samenvatting

De Jacobus Kapteyn Teleskoop (JKT), de Isaac Newton Teleskoop (INT) en de William Herschel Teleskoop (WHT) op La Palma en de James Clerk Maxwell Teleskoop (JCMT) op Hawaï waren in 1990 het gehele jaar operationeel en hebben belangrijke en waardevolle bijdragen geleverd aan grensverleggend onderzoek op een breed scala van onderwerpen en aandachtsgebieden binnen de astronomie. In §3.5 wordt een overzicht gegeven van de inspanning en resultaten die Nederlandse onderzoekers hebben geleverd, respectievelijk hebben verkregen.

De technologische prestatie die is geleverd bij de bouw van de JCMT is op 16 oktober 1990 beloond met de toekenning van de MacRobert Award, een belangrijke Britse onderscheiding voor innovatief technologisch werk. De prijs werd door de Duke of Edinburgh op Buckingham Palace uitgereikt (zie figuur 3.1) aan Dr. Ron Newport (projectleider), Dr. Jim Hall (plaatsvervangend projectleider), Brian Edwards (projekt ingenieur), Professor Richard Hills (projekt scientist) en Ir. Jean Casse (projectleider voor Nederlandse bijdragen). Jean Casse heeft bij deze gelegenheid gememoreerd dat hij zijn

Figuur 3.1

Fotogemaakt bij de uitreiking van de MacRobert award aan het JCMT project-team. Van links naar rechts: Dr. J.E. Hall, Dr. R.W. Newport, Ir. J.L. Casse, HRH. Prince Philip, Duke of Edinburgh, Prof. Sir. E.W.J. Mitchell Frs., Prof. R.E. Hills, Dr. B.W.H. Edwards.

deel van de prijs in ontvangst heeft genomen namens alle personen bij de werkplaats van de Utrechtse sterrenwacht, de centrale werkplaats van de Subfaculteit Natuur- en Sterrenkunde van de RUU, het SRON Laboratorium voor Ruimteonderzoek te Groningen en het Laboratorium en de Centrale Technische Dienst van ASTRON te Dwingeloo, die hebben bijgedragen aan het werk aan de JCMT.

De JCMT Board heeft in mei twee adviezen gekregen inzake het gebruik van de JCMT als onderdeel van een interferometrie netwerk. Een groep heeft de mogelijkheden bestudeerd deze teleskoop te betrekken in een lokaal netwerk, eerst in combinatie met de 10m teleskoop van het Caltech Submillimetre Observatory (CSO) dat op een afstand van 150 meter van de JCMT staat, en later mogelijk in het kader van de geplande Smithsonian submillimeter interferometer op Mauna Kea. De tweede groep heeft de mogelijkheden van de JCMT in een VLBI millimeter netwerk onderzocht. Laatstgenoemde groep is tot de conclusie gekomen dat er enkele technologische innovaties, zoals met betrekking tot fase stabiliteit van de locale oscillator systemen, nodig zijn alvorens mm VLBI uitvoerbaar wordt. Gezien de beschikbare mankracht en middelen heeft de JCMT Board voor de komende jaren een lagere prioriteit toegekend aan de deelname van de JCMT in een lokaal of VLBI interferometrie netwerk. De Board heeft de voorkeur uitgesproken voor de ontwikkeling en bouw van state-of-the-art ontvangers, *multibeam* bij frequenties beneden de 500 GHz en *single beam* bij frequenties daarboven, voor de JCMT. Een programma hiervoor is reeds in 1988/89 opgezet en heeft in de loop van 1990 zijn eerste vruchten afgeworpen in de vorm van de eerste testmetingen met de prototype ontvanger B3(i), een SIS ontvanger in het frequentiegebied van 306-380 GHz.

De Joint Steering Committee (JSC) voor de ING op La Palma heeft op advies van de ING Instrumentation Working Group en na raadpleging van de La Palma Users Committee het lopende instrumentatie programma voor de ING op een aantal punten als volgt bijgesteld: het werk aan de *Low dispersion survey spectrograph (LDSS)*, *Automated fibre positioner (AUTOFIB)*, *WHT prime focus*, *WHT fibre spectrograph (WYFFOS)* en CCD cameras wordt met volle inzet van mankracht voortgezet en het werk aan de *Nasmyth guider unit* en het *Tunable filter* wordt stopgezet. Verder is besloten GHRIL voortaan op een project-by-project basis te financieren en de HHS in twee fasen op te delen (zie verder §3.4.1).

Op nationaal niveau kan melding worden gemaakt van een historische doorbraak in de onderhandelingen tussen de KSW en de vakgroep sterrenkunde aan de RUU inzake een toekomstige samenwerkingen mogelijk zelfs integratie van de instrumentele inspanningen met betrekking tot de ontwikkeling en bouw van waarneeminstrumenten ten behoeve van de optische telescopen op La Palma en in ESO kader (zie verder §3.4).

3.3 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. Tabel 3.1 laat zien welke personen in 1990 in het buitenland waren gestationeerd. Volgens afspraak moet de Nederlandse astronomische gemeenschap 13 posities in het buitenland vervullen, te weten: 8 op La Palma, 3 op Hawaï, 1 op RGO en 1 op ROE. Tweederde deel van de posities worden vervuld vanuit ASTRON, een derde 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 langere 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 hij de daarvoor noodzakelijke contacten met de uitgezonden medewerkers, hun werkleiders en het management.

In 1990 keerde Dr. Kailash Suhu in mei van La Palma terug naar het Kapteyn Laboratorium in Groningen waar hij nog enige tijd als postdoctorale medewerker zijn onderzoek zal vervolgen. Hij is in juni op La Palma opgevolgd door Dr. Marc Balcells die een postdoc aanstelling heeft bij de RUG. Ger van Diepen keerde in juli met zijn gezin terug naar Dwingeloo na bijna twee jaar bij de ING te hebben gewerkt als systeemanalist. In numeriek opzicht is hij in september opgevolgd door Dr. Jan Lub die met zijn gezin voor 3 jaar naar La Palma werd uitgezonden. Hij is op voorstel van SERC, na selectie uit een aantal Britse en Nederlandse kandidaten, door de JSC benoemd tot Head Operations van de ING. Dit is de eerste keer dat een Nederlander is benoemd in de hoogste functie die er binnen de ING aanwezig is. Lub blijft in dienst van de RUL, ASTRON heeft zich bereid verklaard de uitzendkosten voor haar rekening te nemen. Dr. Wil van der Veen is van maart tot en met augustus vanuit ROE tijdelijk op Hawaï

gestationeerd om op het JAC een studie uit te voeren van de bundel- en efficiency eigenschappen van de JCMT. Hij heeft per 1 september de dienst verlaten en zal per 1 januari worden opgevolgd door Dr. Ko Hummel. Laatstgenoemde wordt gestationeerd bij ROE en krijgt een postdoc aanstelling voor 3 jaar in het kader van de ASTRON projekt-subsidies.

Tabel 3.1
Nederlandse detacheringen in het buitenland in 1990

La Palma, operations Isaac Newton Group.

R.J. Pit	ASTRON ¹⁾	electronics	aug 86	-onbep
J. Haan	ASTRON	mechanisch techn.	aug 87	-jul 91
P.H. van der Velde	ASTRON	programmeur	okt 84	-sep 92
G.N.J. van Diepen	ASTRON	systeemanalist	aug 88	-jul 90
K.J.C. Stuurwold	ASTRON	computertechnicus	feb 89	-jun 91
R.G.M. Rutten	ASTRON	astronoom	feb 89	-feb 91
K.C. Suhu	RUG	astronoom	dec 88	-mei 90
M. Balcells	RUG	astronoom	jun 90	-jun 92
H. Slingerland	RUG	ingenieur	sep 89	-sep 91
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 -mei 91
F. Baas	RUL/ ASTRON	fysicus	aug 89 -aug 92

Royal Observatory Edinburgh

W. van der Veen	ASTRON	liaison astronoom	sep 88 -aug 90
K. Hummel	ASTRON	liaison astronoom	jan 91 -jan 94

3.4 Technische inspanning

Tabellen 3.2 en 3.3 geven een overzicht van de instrumentele en software projecten waaraan in Nederland gewerkt wordt in het kader van de UK/NL samenwerking. Projecten voltooid vóór 1990 zijn niet meer in het overzicht opgenomen. De werkelijk besteedde mankracht is vermeld. Deze is tussen haakjes geplaatst wanneer het project nog gaande is.

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	bouwfase	10,1/(17)
Nasmyth A&G unit	Tinbergen	Roden	bouwfase	3,5/(8)
Database and archiving syst.	Raimond	Dwingeloo	95% voltooid	9,5/(9)
CCD Camera controllers	Bregman	Dwingeloo	voltooid in 1988	12,1/16,1
<i>Enhancement</i> Multi Purpose Fotometer	Tinbergen	Roden	voltooid	9,5/ 9,5
MPF enhancements	Tinbergen	Roden	wachten op mankracht	1,6/ 1,6
CCD controllers	Bregman	Dwingeloo		0,35/ 1
Holografische Heterodyne Spectrograaf	Butcher	Roden	in onder- handeling	--/ 3,6

Tabel 3.3
Nederlandse bijdragen aan instrumentatie JCMT op Hawaiï

<i>Enhancements</i>				
DAS Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer	Bos	Dwingeloo	bouwfase; prototype voltooid	12,5 /(23)
DAS D-task software	v. Someren-Gréve	Dwingeloo	bouwfase	2 /(0,37)
350 GHz 3 beam SIS ontvanger	Woestenburg	Dwingeloo	wachten junctions	3 /(8)
350 GHz 2x4 beam ontvanger	Woestenburg	Dwingeloo	onder behandeling	
JCMT archief	Raimond	Dwingeloo	bouwfase	0,5 /(0,5)

3.4.1 Optische telescopen op La Palma

3.4.1.1 KSW te Roden (RUG/RUL)

Het hoofdsysteem van de A&G faciliteit voor de UES was in mei volledig geassembleerd in Roden en is na testmetingen naar Utrecht verzonden voor integratie met de UES. In september werden twee belangrijke optische subsystemen van de A&G, waaronder de eenheid voor de calibratie van het licht, voltooid. Een derde subsysteem, het bevestigingsmechanisme voor de CCD camera, is in het 4e kwartaal ontworpen en zal volgens planning beschikbaar komen ten tijde dat het systeem in het voorjaar van 1991 op La Palma zal worden geïnstalleerd op de WHT.

Dr. Jaap Tinbergen is als project investigator betrokken bij de realisatie van polarimetrie faciliteiten op diverse waarneeminstrumenten op de WHT. In april is de polarimetrie faciliteit op ISIS geïnstalleerd en in beperkte vorm beschikbaar gemaakt voor reguliere waarnemingen. Tegen het eind van het jaar was de faciliteit voor lineaire spectropolarimetrie volledig in gebruik. Testmetingen aan ongepolariseerde sterren gaven fictieve polarisaties te zien van

kleiner dan 0,15 procent. In een volgende fase van dit projekt zullen ook polarimetrie faciliteiten gerealiseerd worden op de WHT instrumenten TAURUS, LDSS en de UES.

Prof. dr. Harvey Butcher heeft in het voorjaar een rapport uitgebracht aan RGO inzake de haalbaarheid van een Holografische Heterodyne Spectrograaf (HHS) voor de WHT. Voorgesteld is een prototype HHS in de loop van 1991 op La Palma gebruiksklaar te maken en het gebruik ervan vanuit de KSW gedurende een jaar te begeleiden. Daarna moet het ontwerp geëvalueerd worden, waarna een beslissing kan worden genomen over de constructie van een common-user HHS. RGO heeft dit plan goedgekeurd en een bedrag van 10 k£ beschikbaar gesteld uit het instrumentatiefonds voor de ING.

3.4.1.2 Dwingeloo

Op verzoek van RGO heeft ASTRON twee extra CCD controllers, de bijbehorende voorversterkers en enkele reserve onderdelen gebouwd voor de ING. De aflevering zal begin 1991 plaatsvinden.

Na de terugkeer van Ger van Diepen uit La Palma werd het La Palma Archief projekt weer door hem opgepakt. In augustus zijn RGO en ASTRON overeengekomen welke werkzaamheden nog uitgevoerd moeten worden alvorens het projekt kan worden afgesloten. In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat een goed software pakket is afgeleverd waar zowel de beheerder op RGO als de gebruikers binnen de internationale astronomische gemeenschap tevreden over zijn.

3.4.1.3 Utrecht

Eind 1990 naderde de Utrecht Echelle Spectrograaf (UES) de afronding van de constructiefase en was verscheping naar en installatie op La Palma zeer nabij. In Utrecht heeft de bemanning van dit projekt een turbulent jaar gehad vanwege de beslissing van de Faculteit Natuur- en Sterrenkunde om de werkplaats bij de vakgroep sterrenkunde op te heffen en een deel van de betrokken medewerkers binnen de faculteit over te plaatsen. De vakgroep en de faculteit hebben onderling afgesproken de voltooiing, installatie en commissieering van de UES volgens de afspraken met RGO uit te voeren. Hetzelfde is van toepassing voor de nazorg van het geleverde instrument en de bijbehorende software gedurende één jaar na oplevering op La Palma. Bij het testen van de optische componenten heeft het SRON instituut te Utrecht steun verleend door de heer T. d'Arnaud hiervoor enige tijd uit te lenen. De verwachting is dat de UES eind

februari 1991 in Utrecht zal worden opgeleverd en in april kan worden begonnen met de installatie op La Palma.

3.4.1.4 Royal Greenwich Observatory

Dr. Ed Zuiderwijk is op RGO gestationeerd om een liaisonfunctie te vervullen ten behoeve van de astronomische gemeenschap in ons land. Hij is daar verantwoordelijk voor het La Palma archief. Alle waarnemingen die met één van de ING telescopen op La Palma zijn uitgevoerd worden op RGO op magnetische tapes gearchieveerd. Alle gegevens uit dit archief zijn na het eerste jaar, waarin de voorstellers van het programma exclusieve rechten hebben voor gebruik van de data, vrij beschikbaar voor de internationale astronomische gemeenschap.

3.4.2 (Sub)millimeter teleskoop op Hawaï

3.4.2.1 Dwingeloo

Het werk aan Schottky mixers is in het begin van het jaar afgesloten nadat alle aangegane verplichtingen ten aanzien van reserveonderdelen voor de ontvanger B1 van de JCMT en een R&D contract voor het ontwerp van een 490 GHz mixer waren afgerond.

Eveneens in het voorjaar werd met ROE een contract gesloten voor de constructie van een 3-beam SIS ontvanger voor 345 GHz. Dit instrument is in 1989 en 1990 grotendeels gebouwd. Dit project heeft aanzienlijke vertraging opgelopen doordat de leverancier van SIS junctions, te weten Kent University, er niet in slaagde bruikbare junctions af te leveren. Deze junctions zouden gemaakt worden op lood basis. In de loop van het jaar werd duidelijk dat de vakgroep Technische Natuurkunde aan de RUG meer succes had met de productie van junctions op Niobium junctions. Testmetingen in het Laboratorium te Dwingeloo aan prototype junctions uit Groningen gaven hoopgevende resultaten te zien, zowel wat betreft gevoeligheid als levensduur.

De ontwikkeling en de productie van de Dwingeloo Autocorrelator Spectrometer (DAS) voor de JCMT is een omvangrijk project. De DAS is een 2000-kanaals digitale spectrometer met een maximale bandbreedte van 2000 MHz. Voor deze spectrograaf is door Dr. Albert Bos een correlator bord van 10 lagen ontwikkeld en geproduceerd. Elk bord bevat 64 correlator chips met een klokfrequentie van 40 MHz. Dit voorjaar is de omzetter van analoge naar digitale signalen met succes getest. Hiermee werd de ontwerpfase van de DAS afgesloten. Medio 1990 waren

alle onderdelen van de DAS geproduceerd, eind 1990 waren alle onderdelen met succes getest en was het instrument geheel geassembleerd. Na een uitgebreide serie testmetingen zal de spectrometer in de loop van 1991 worden verscheept naar Hawaï.

Naast het ontwerp en de produktie van de DAS heeft ASTRON een aanvullend contract van ROE gekregen voor het schrijven van software voor dit instrument. Drs. Hans van Someren Gréve heeft de taak op zich genomen de zogeheten D-task voor de DAS te schrijven. In zijn bezoek aan het JAC in april werden de specificaties van de software vastgelegd, waarna het programmeerwerk kon beginnen. De software omvat de besturing van de autocorrelator, het programma waarmee het vergaren van de gegevens wordt geregeld en de eerste stap in de verwerking van de data.

3.4.2.2 Royal Observatory Edingburgh

Dr. Wil van der Veen, liaison astronoom op ROE, werd van maart tot en met augustus 1990 vanuit Edinburg uitgezonden naar Hawaï om een bijdrage te leveren aan de exploitatie aan de JCMT. Op het JAC werd hij naast algemene service taken belast met het uitwerken van pointing, bundel en calibratie metingen die tijdens commissioning tijd werden verkregen door JAC staf. Per 1 september heeft hij de dienst op eigen verzoek verlaten om bij de University of Columbia in New York te gaan werken.

3.5 Beleid en Bestuur

De plannen van de Britten met betrekking tot de constructie van een 8m optische teleskoop waren ook in Nederland een onderwerp van veel informele discussies. De voorzitter van de Stuurgroep heeft de Nederlandse astronomische gemeenschap in wijde kring geïnformeerd. De Britten hadden twee mogelijkheden in overweging, te weten: een 8m optische teleskoop op La Palma bouwen met Spanje als belangrijkste partner of samenwerking met Canada en de Verenigde Staten waarbij een 8m teleskoop zou worden gebouwd op Hawaï en een tweede in Chili. De Nederlandse astronomische gemeenschap had een sterke voorkeur voor de eerste mogelijkheid maar had niet de mogelijkheid noch de financiële middelen om een Britse besluitvorming te beïnvloeden. In een informeel gesprek dat op 29 oktober plaatsvond hebben P.C. van der Kruit, W.N. Brouw en H. Weijma à titre personnel het gezichtspunt van de Nederlandse astronomische gemeenschap toegelicht om een

delegatie van het SERC Large Telescope Negotiating Panel, bestaande uit Corbett en Fletcher. Door een optimale integratie van de exploitatie van de 8m teleskoop op La Palma in de bestaande ING infrastructuur zou de ING exploitatie besparingen opleveren. Als NWO bereid zou zijn deze vrijkomende middelen en mankracht in te zetten voor de exploitatie van de 8m teleskoop, zou de Nederlandse astronomische gemeenschap in ruil daarvoor 4 à 5 procent van de waarneemtijd kunnen krijgen op die teleskoop. In december 1990 heeft de Council van SERC het principebesluit genomen verder te onderhandelen met Canada en de Verenigde Staten met de intentie samen twee 8m optische telescopen te gaan bouwen, één op Hawaï en één in Chili. NWO is officieel door SERC op de hoogte gesteld van dit besluit.

Binnen de Nederlandse astronomische gemeenschap is enige beroering ontstaan over de toewijzing van waarneemtijd op de ING telescopen, JCMT en UKIRT. Met name is er kritiek op de procedures die door PATT worden gehanteerd. Ook werd gewezen op verschillen in wetenschappelijke traditie en andere accenten in appreciatie van onderwerpen in de verschillende landen. In januari heeft de voorzitter van de Stuurgroep UK/NL Samenwerking de bezorgdheid van de Nederlandse astronomische gemeenschap over de toewijzing van waarneemtijd in een brief overgebracht aan de voorzitter van PATT.

Naar aanleiding van genoemde discussie is er in Nederland een ad-hoc groep ingesteld bestaande uit de Nederlandse leden van PATT, de Nederlandse leden van de ING, JCMT en UKIRT users commissies en de voorzitter van de Stuurgroep UK/NL Samenwerking met als taak de Nederlandse waarneemvoorstellen voor La Palma en Hawaï voor te bespreken. Deze ad-hoc groep is begin januari 1990 voor het eerst bijeen gekomen voor bespreking van de waarneemvoorstellen voor het PATT semester maart t/m augustus 1990. De pre-rating die deze ad-hoc groep heeft vastgesteld voor de Nederlandse PATT voorstellen, is achteraf, nadat PATT de waarneemtijd had verdeeld, vergeleken met de rating die door PATT is bepaald. Het bleek dat beide ratings op hoofdlijnen met elkaar overeen kwamen. Een vermeend verschil in appreciatie van onderwerpen of verschil in traditie is derhalve niet terug gevonden in de toewijzing van teleskooptijd zoals die voor de periode maart tot en met augustus 1990 heeft plaatsgevonden. De Nederlandse PATT leden hebben van de ad-hoc groep wel extra wetenschappelijke argumenten meegekregen die in de PATT Time Allocation Groups naar voren zijn gebracht bij bespreking van de voorstellen. Deze argumenten zijn achteraf ook medegedeeld aan de aanvrager(s).

met de bedoeling de presentatie van een vervolg voorstel te versterken.

Gezien de over het algemeen positieve ervaringen is besloten de pre-rating van Nederlandse waarneemvoorstellen in ieder geval tot eind 1991 voort te zetten.

3.6 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 aanvragen toegekende teleskooptijd in de eerste semesters R (maart tot en met augustus 1990) en S (augustus 1990 tot en met februari 1991) vermeld.

Per semester en per teleskoop zijn vet gedrukt vermeld hoeveel eenheden 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,</i> <i>K.J. Chambers</i>	semester R Spectroscopy of the most distant galaxies	59 2	17% 1
<i>M. Wieringa,</i> <i>P. Katgert</i>	Search for high-2 galaxies associated with moderately strong steep spectrum sources	2	1
<i>B. Murphy</i>	A kinematic study of collapsed-core cluster M15	3	1
<i>J.D. Bregman,</i> <i>C. de Vos,</i> <i>U.J. Schwarz</i>	High resolution Imaging of selected objects in Integrated H α using Pupil-plane interferometry	6x½	1

Tabel 3.4 (vervolg)

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende nachten	Frac-tie NL tijd
4.2 m WHT <i>S. Baum,</i> <i>C.P. O'Dea</i>	semester S Deep spectroscopic observations of cooling flow clusters	104 2	18% 1
<i>G.K. Miley,</i> <i>K.J. Chambers,</i> <i>H. Rottgering,</i> <i>J. Lub, P.Katgert</i>	Infrared observations of the most distant galaxies	8	1
<i>P. Coleman,</i>	The nature of micro Seyfert galaxies	3	1
<i>C.P. O'Dea,</i> <i>S. Baum</i>	Spectroscopy of compact double radio sources	3	1
<i>K. Sahu,</i> <i>S.R. Pottasch</i>	Internal dynamics of planetary nebulae	3	1
2.5 m INT <i>M. Balcells,</i> <i>R. Peletier</i>	semester R Investigations of population gradients in bulges of disk galaxies	103 7	12% 0.75
<i>G.K. Miley,</i> <i>K.J. Chambers,</i> <i>H. Rottgering,</i> <i>J. Lub</i>	A search for the most distant radio galaxies	4	1
<i>P. Katgert,</i> <i>M. Wieringa</i>	Search for high-2 galaxies associated with moderately strong steep-spectrum sources	3	1

Tabel 3.4 (vervolg)

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende nachten	Frac-tie NL tijd
2.5 m INT R.G.M. Rutten	semester S CaII HK line-core emission of pool Pleiades	119 7	18% 1
<i>J.M.van der Hulst,</i> G.D. Bothun	Luminosity, colour and star formation distribution in low surface brightness disk galaxies	7	0.75
<i>G.K. Miley,</i> Saunders	The low frequency universe	7	0.75
1.0 m JKT <i>P. Goudfrooij,</i> <i>T. de Jong,</i> H. Jorgensen, L.Hansen, H.Nor-gaard-Nielsen	semester R Distribution of ionized gas in Schapley-Ames elliptical galaxies	12 1 week	23% 0.7
<i>R.G.M. Rutten,</i> <i>J.van Paradijs,</i> <i>J. Tinbergen,</i> <i>R. Waters</i>	Accretion disks in cataclysmic variables	2 weeks	1
1.0 m JKT <i>P. Goudfrooij,</i> <i>T. de Jong,</i> H. Jorgensen, L.Hansen, H.Nor-gaard-Nielsen	semester S Distribution of ionized gas in Shapley-Ames elliptical galaxies	14 1 week	19% 0.7
<i>R.G.M. Rutten,</i> <i>J.van Paradijs,</i> <i>J. Tinbergen,</i> <i>R. Waters</i>	Accretion disks in cataclysmic variables	2 weeks	1

Tabel 3.5 Nederlandse teleskooptijd JCMT, Hawaii

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende shifts	Frac- tie NL tijd
<i>F.P. Israel, F. Baas, P.R. Maloney, Th. de Graauw</i>	semester R CO in northern galactic nuclei	236 7x8h	8,5% 1
<i>F.P. Israel, F. Baas, Koper</i>	CO in NGC 604	6x8h	1
<i>W.van der Veen, H.J. Habing, H. Matthews</i>	CO J=3-2 observations of selected AGB stars	3x8h	0.67
<i>W.van der Veen, H.J. Habing, A. Omont, H. Matthews</i>	Mass loss on the AGB as a function of time	6x8h	0.75
<i>L. Tacconi, E. Sutton, L. Tacconi- Garman</i>	CO J=3-2 observations in galaxies with and without spiral density waves	8x8h	0.83
<i>F. Baas, G. Sandell</i>	Continuum mapping of NGC 6334 I(N)	3x8h	0.75

Tabel 3.5 (vervolg)

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende shifts	Frac-tie NL tijd
<i>K.van der Hucht,</i> <i>P.R. Williams</i>	semester S Wolff-Rayet stars	243 1x8h	20% 0.75
<i>R. Braun,</i> <i>L. Tacconi</i>	Interstellar media of nearby galaxies	6x8h	1
<i>F.P. Israel,</i> <i>F. Baas,</i> <i>Th. de Graauw</i>	CO in northern galactic nuclei	8x8h (+6x8h as backup)	1
<i>P.C.van der Kruit,</i>	NGC 3631	7x8h	1
<i>F. Baas</i>	Chemistry of stellar winds from low-mass PMS objects	3x8h	1
<i>F. Baas</i>	Continuum and line mapping of IRS1, IRS9 and IRS11 in NGC 7538	3x8h	1
<i>Hu</i>	Determination of the onset of a fast wind in proto-planetary nebulae	3x8h	1
<i>T. de Jong,</i> <i>M. Groenewegen</i>	Relative contribution of SiC	3x8h	1
<i>L. Tacconi</i>	Spiral structure of NGC 6946	6x8h	1
<i>P. Coleman</i>	Low frequency cutoffs in the spectra of radio quiet quasars	8x8h	1

Tabel 3.6 Nederlandse teleskooptijd UKIRT, Hawaii

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende nachten	Frac-tie NL tijd
<i>G.K. Miley, K.J. Chambers, H. Rottgering</i>	semester R Infrared observations of the most distant galaxies	126 4	6% 1
<i>H.J. Habing, J. Blommaert, W. van der Veen</i>	OH/IR stars at the galactic centre	4	1
<i>M. Groenewegen, T. de Jong</i>	semester S Near infrared study of the final stages of carbon star evolution	119 1	3,4% 1
<i>P.C.van der Kruit, R.S. de Jong, R. Wainscoat</i>	Near infrared surface photometry of disks in spiral galaxies	3	0.83

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 was considered of less interest to readers outside the Netherlands. The numbering of the main subsections in this chapter (4) generally correspond to those in chapter 2. Note that the figure captions and legends to tables in that chapter are given in two languages already.

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 1990. Some statistics of the use of the WSRT in the years 1985 through 1990 are displayed in figures 2.1.1. through 2.1.6.

4.2 Laboratory and Central Technical Services

4.2.1 Summary

The manpower distributions for the Laboratory and the Central Technical Services in 1990 are given in figure 2.2.1. The figure shows that about 33 percent of the manpower (including technical overheads) was allocated to projects for the UK/NL cooperation, in particular for the DAS (Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer) for the JCMT.

At the end of the year the DAS project entered the integration and test phase. The second UK/NL project is the multibeam receiver at 350 GHz for the JCMT. Considerable delays in the project have

taken place as a result of difficulties in the production of reliable lead-based SIS junctions at Kent University.

The multifrequency frontend project (MFFE) for the WSRT is slowly growing into our largest project. Due to delays in the other commitments and technical difficulties this project is no longer on schedule.

The RadioAstron 6 cm receiver (engineering model) for the VLBI also reached the integration and test phase at the end of the year. Delivery to Moscow will take place late in 1991 after the specified 6.5 months of endurance testing.

The implementation of modern project planning has continued. The planning of the mechanical workshop is now nearly complete and is being integrated into the planning of the frontend and multibeam projects.

The installation of the CAD/CAE system has been completed at the beginning of the year. In the course of the year the support from the manufacturer (Cadnetix) disappeared and a new construction had to be devised.

4.2.2 WSRT projects

As a result of manpower shortage little could be done for the WSRT receivers except for the multifrequency frontend project.

In the middle of 1990 alarming information was received concerning the reliability of the spectral line backend. A statistical analysis was conducted to see if the wear out phase had been reached. Figure 2.2.2. shows the number of faults as a function of time for comparable configurations. We had to conclude, after detailed analysis of the situation and the statistical results, that the problems were due to an accumulation of faults during a 6-months period with a type of observation which didn't allow these faults to be detected and identified.

One realizes, however, that the backend (DXB/DLB) is by now 15 years old and that wear-out problems could be expected. Discussions have already been started to define the specification for a new backend to be produced in the mid nineties. A budget estimate has been produced and submitted to NWO for support.

Except for these problems the WSRT did not require much assistance from Lab/CTD. However, we were able to improve on the reliability of the link between the HP computer and the receiver backends.

At the end of the year we also delivered a new dipole rotator controller which allows automatic setting of the dipoles of all the antennae.

The final specification for the multifrequency frontends was produced and accepted at the beginning of the year. The concept is described in NFRA note 555.

An innovative feature of these frontends concerns the calibration of the polarization parameters of the system. As the feeds of the new frontend will be fixed, a new method to calibrate the phase difference between the X and Y channels had to be devised and tested. The tests showed that it was possible to do this with an accuracy of 0.5° .

The first two Ortho Mode Transducers (OMT) for the 21/18 cm feeds have been delivered and accepted from ERA Technology.

Most of 1990 was used for the design of the various system-blocks. Special attention was given to the local oscillator system which will differ considerably from the old system. An important milestone was reached in the second half of 1990 when the first telescope focal box was modified in order to accept the new frontends.

The engineering model for the RadioAstron 6 cm receiver reached the integration and testing phase by the end of the year. This was later than expected; the delays are attributed to special problems related to the space-qualification aspect and also to communication and organization problems with the ASC in Moscow.

Two plenary technical meetings were held (one in Helsinki in April and one, in December, in Moscow) where the technical specification was set definitively. In the course of 1990 the RadioAstron 6 cm Interface Document was completed and delivered to the ASC for approval.

An analysis of the reliability of the receiver has also been conducted, showing that a reliability factor of about 99 percent will be achieved for the length of the mission (3 years).

The construction and assembly of the engineering model took place in a separate room where we managed to obtain a cleanliness of 50000 particles/ft³.

At the end of the year we had also completed the two required Test Sets which are to accompany the receiver to the Soviet Union.

In the course of 1990 extra vibration tests needed to be conducted at Estec, Noordwijk in order to check resonances detected

earlier. A stress analysis was conducted at Estec showing that the receiver stresses at launch would be well within specification.

4.2.3 Multibeam receiver project for the JCMT

A large amount of effort went into testing the lead SIS junctions manufactured at Kent University and delivered to us by mid 1990. Unfortunately, the tests of these junctions showed unfortunately that they were not sufficiently stable to be used in our system. In time-spans of days or weeks the impedance of the junctions increased steadily until they were no longer acceptable. Nevertheless, it was possible to conduct noise temperature measurements at 350 GHz in the short time laps available. The measurements were made with a magnetic field across the junction in order to suppress the Josephson-effects. The lowest measured noise temperature was 400K.

Towards the end of the year we got access to Niobium junctions made at the University of Groningen. Primarily, these junctions were intended to be used in space receivers by SRON, Groningen. SRON measured a noise temperature at 350 GHz as low as 400 K (DSB). These results were later reproduced in Dwingeloo. The stability of the Niobium junctions seems quite good and adequate for a multibeam system.

Progress was also made with the design and construction of the other receiver items like LO, quasi-optics, etc.

4.2.4 Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)

After the installation and commissioning of the prototype correlator on the Dwingeloo telescope at the beginning of the year the last design tasks for the DAS were completed so that production could be started. In parallel, the behaviour of the Dwingeloo correlator, which was then involved in a long observing session, was carefully followed. The correlator behaved perfectly.

At the end of 1990 practically all modules for the DAS had been fabricated and were ready for integration and testing. This milestone was reached later than expected as a result of the late delivery of the laboratory test set. The test set is in fact a simple board replica of the DAS and is used for testing the various modules and in particular the analog-to-digital converters. The green light for these critical modules (they work at 160 MHz) was given in the second quarter of 1990. After that, the lengthy PCB-layout procedure could start.

The backplane and the cross bar switch PCB's were also designed in the first half of 1990 so that their fabrication could not take place until the summer.

The software developed for the testing of the correlator and for integration into the D-task was completed at the end of the year and was installed on the VAX computer without problems.

4.2.5 CCD camera controllers

Support was given to the La Palma staff when some of the power supplies of the CCD controllers delivered failed. The performance specification of the controllers was documented in NFRA Note 192. Two more standard controllers were built upon the request of RGO. The first one was delivered in December.

In the course of 1990 we received a request for two more controllers from the RGO. These were completed in the second half of the year.

A proposal to develop a complete CCD detector system for the KSW in Roden was accepted at the beginning of the year. This detector system is part of the HHS (Heterodyne Holographic Spectrometer) which is due to be tested on the WHT in the course of 1991.

Some experiments were conducted in the Laboratory in order to improve on the CCD controllers developed. For this purpose we used a 4-phase Thomson CCD built into a Peltier head. It was shown that half frame readouts in frame transfer mode were possible using only one standard driver card. The clock pattern was optimized to yield a pixel readout time of 8 microseconds for 1 microsecond integration time.

A study towards possible future detectors for infrared detectors has also been started.

4.2.6 SCASIS

After installation of the optical table, the alignment procedures were evaluated in the laboratory by a student from Groningen. To reduce the background of the Intensified TV camera (ITV), a cooling system using liquid nitrogen vapour was built. To extend the hold time and allow unattended operation a hybrid system including a Peltier cooler was evaluated. A Data Stream Controller has been developed which inserts time information into the digital data stream from the Imaging Photon counting Detector (IPD). This data

stream can be interfaced to the External Memory Board in the PC and allows time synchronous operation of IPD and ITV.

The observing runs in early August of six half-nights on the 4.2m WHT on La Palma produced two nights of useful stellar data. The segmented optics not only form eight sheared pupil segments but also a star image from each of these $0.3 \times 0.5 \text{ m}^2$ subpupils. From the differential motion of the recorded star images seeing estimates have been derived ranging from 0.5 to 1.2 arcsec. Fourier analyses of the star motions showed damped vibrations at about 0.5, 1 and 2 Hz with peak to peak excursions up to 1 arcsec. In December the reduction procedures were discussed with Sri Kulkarni, who provided us with a seeing-simulation program. One of the conclusions was to give priority to fast processing of thousands of frames to analyze statistical properties.

4.3 Computer Group

4.3.1 Summary

After discussions internally as well as with the NRAO and the AT, it was decided to make easy incorporation in, or interfacing to an internationally accepted data reduction package one of the major considerations in the design of new processing software for the WSRT.

Most of the software to control the Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) and to read and process its data was developed and written. It will be tested during 1991.

In order to reduce the amount of tape-handling in archiving the La Palma data, the archive loading software was adapted considerably. Installation of this change in the fall enabled the RGO staff to make some inroad into the large backlog of data accumulated as a result of the move to Cambridge and the loss of the archive operator.

One of the system-analysts decided to accept a job as a high-school teacher early in the year. Fortunately the return of Ger van Diepen from his two-year secondment to La Palma compensated for this loss. Klaas Stuurwold will return in 1991; Peter van der Velde has no immediate plans to leave the Canary Islands. Wim Brouw was chair-

man of the NFRA management for the entire year. His software development work as well as his management work are included in the summary of computer group activities in table 2.3.1.

4.3.2 Software development

WSRT real-time. The new observing mode, "mosaicking", in which a large number of adjacent field-centres are measured repeatedly within one 12hr period, has been fully developed during this year. In addition, improvements were made to the holographic measuring technique of the dish surfaces.

WSRT off-line. The tape format had to be modified to accommodate multiple "observation-headers" in mosaic observations.

DWARF infrastructure. Making the DWARF operating-system independent was completed; this includes procedures for maintenance, installation and automatic generation of documentation. Whether DWARF will have a long life as a development infrastructure is strongly dependent on the success of the attempts to replace it with the successor of AIPS as a programming environment for new WSRT software.

Redundancy, selfcalibration. The map-making part of the package was extended with polarization and Faraday-rotation features. Experiments were done to test the redundancy technique on Stokes parameters rather than amplitudes and phases. As long as a source with well known polarization characteristics is available to calibrate the average ellipticity of the telescope, the technique seems to work well.

New standard processing of WSRT data. Reasonable progress was made in the design of a fundamentally new package. The design efforts were somewhat slowed down by an investigation into the potential of CASE tools in developing major software packages and by an extended visit to the USA. The desirability of integration in or at least very good interfacing to the future version of AIPS became a major driver in the development.

4.3.3 Maintenance of software and systems

Hardware and operating systems. The WSRT control system has been extended with a 300 Mbyte disk. A Decserver-250 was added to the Microvax cluster in Dwingeloo for communication with printers and plotters. One of the multibusses in the Alliant has been replaced by a VME-bus with corresponding ethernet-controller and Interactive

processor. This enables us to expand the configuration with modern equipment. A DECstation 3100 was bought by the so-called "Expertise Centre for Astronomical Image Processing". Its predominant use, both in stand-alone mode and in combination with the Alliant, is for AIPS.

Standard reduction programs. Modifications were made to cope with a new version of the WSRT tape-format and the administration of media-use was adapted to include the use of optical disks properly. A major improvement is the conversion of the old WSRT observations catalogue into a format that can be queried interactively by the software, originally developed for the La Palma archive (cf. 4.3.4).

Dwingeloo telescope software. Installation of a new, more rigid, version of the software was attempted during a maintenance period of the telescope in the summer. As the telescope is used continuously, the completion of this action had to be delayed until the next maintenance period.

Imported software. Two new versions of AIPS were installed. In the fall IRAF/STSDAS was installed to check its suitability as a new NFRA (but worldwide accepted) infrastructure. The conclusion was that it will not be easy to use for the types of data-structures common for radio aperture synthesis instruments.

4.3.4 British-Dutch projects and tasks

Archiving and de-archiving data of UK/NL telescopes. In the original design of the software archiving the data of the ING of telescopes on La Palma implied reading the transport-tapes and writing archive tapes in a more compact format. The amount of tape-handling involved was just about manageable with a full-time archive operator. The move of the RGO from Herstmonceux to Cambridge aggravated the situation by causing an interruption of the archive operations of more than six months, but also by imposing a number other tasks on the new archive operator. In order to render the archive manageable under the new conditions and in the presence of an enormous backlog, the operations were simplified in such a way that the transport FITS tapes are now archived directly without copying. They are just read at the RGO in order to build the Observations Catalogue. Changing the archiving software, while maintaining the security built into the original system required a few months work. This work, as well as adding the option of indexing a number of often used fields in the Catalogue was given higher priority than some of

the original components of stage 3 of the contract. Stage 3 is due to be completed before the summer of 1991.

The NFRA-part of the software changes required to adapt the La Palma archive software in such a way that it can be used to archive data from the JCMT and UKIRT was completed. Unfortunately the ROE part of the joint project was not yet completed.

D-task for the Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer for the JCMT. After another visit to Hawaii and with the help of John Lightfoot from the ROE, the specifications of the software finally reached an acceptable stage. Virtually all of the design and development and most of the coding was completed this year. Tests with the DAS-hardware will take place in 1991.

ING, La Palma operations. Of the three members of the NFRA computer group seconded to La Palma at the beginning of the year, Ger van Diepen completed his tour. He mainly worked on a number of structural problems with the INT and JKT software. He returned to Dwingeloo in the summer. Klaas Stuurwold became head of the small subsection of computer technicians. He also spends a good deal of his time on general technical support. Peter van der Velde is now the VAX system manager; he's likely to stay on La Palma for several more years. He also is the ING's fire-officer.

4.3.5 Operational tasks

WSRT data processing. The standard archiving, calibration and correction of data proceeded in more or less the normal fashion this year. The reduction group handles all observations. However, for many continuum observations all the group does to archive the data. The processing with the redundancy/selfcalibration package is usually done by the astronomers themselves. Experiments are being carried out to standardize this process sufficiently that it can be carried out as a service in the future. This would be a significant help particularly for large survey-like programs done in the new mosaic-mode.

Support of WSRT and Dwingeloo observations. The three Westerbork based members of the computer group often assist the WSRT telescope people to locate problems by adapting or writing incidental diagnostic programs. The observations with the Dwingeloo telescope are supervised daily by one of the members of the reduction group.

Coordination of VLBI observations. This is a part-time task for the Head of the reduction group.

4.3.6 Technical and scientific research

Computer Aided Software Engineering. Some effort was spent to investigate methodologies for software development and subsequently, to look into software packages implementing these. After a market investigation we decided to purchase one of the cheaper packages, System Architect, running on a PC. It is being exercised on the design of the new WSRT data processing system. Experience with it is moderately positive. It definitely helps to outline the design, to make diagrams for communication with other team-members and for documentation. It does not come even close to generating program code.

Optical interferometry in space. A major milestone in the ESA study into space interferometry was reached in completing the final report of the Space Interferometry Study Team and presenting it to the Astronomy Working Group.

4.3.7 External tasks

Interference in the radio spectrum. The national and international preparation for the WARC conference in 1992, where allocations in the radio-spectrum will be redistributed over various services, takes a large amount of time of two NFRA staff members. One of them is a member of the computer group.

Project management of the development of a national network of image-processing facilities. This year the project to establish access to various astronomical databases and image processing packages got underway. Workstations were purchased and installed at all Dutch astronomical institutes, two programmers were contracted to help convert existing software packages like GIPSY, AIPS and MIDAS to run on the workstations, a decision was made to purchase an magneto-optical disk jukebox to make the raw IRAS data available for remote use and it was decided to standardize on DAT-tapes for transport of large volumes of data between institutes. Glass- and film-copies of the Palomar Sky Survey were ordered in order to establish a service to make digitized versions of selected fields available on request to all astronomers.

International working groups and committees. A number of members of the computer group serve on various international committees or are active members of working groups.

4.4 Astronomy Group

4.4.1 General

The size and composition of the group was subject to substantial changes this year. Postdoctoral "fellows" Stefi Baum and Chris O'Dea returned to the U.S.A. after a three year stay in Dwingeloo. At the end of the year we welcomed Patricia Henning (Maryland) and Tapasi Ghosh (Ooty/Poona) as new postdocs. Lowell Tacconi-Garman took up a 50 percent position in the middle of the year.

Richard Schilizzi paid a three-month working visit to the Nobeyama Observatory in Japan in the first quarter and took a "sabbatical" in Australia in the second half of the year. There he worked extensively with the AT. De Bruyn took up a part-time (30 percent) professorship in Groningen as of May 1.

Many Dutch and foreign colleagues paid working visits to Dwingeloo for periods ranging from a few days to one month. In addition many undergraduate and graduate students from the universities came to Dwingeloo to work with staff members and supervisors and to use the computing facilities. Most members of the group also made regular visits to the universities (liaison function). For the summer-program, which entered its sixth year, we welcomed three students from the U.S.A. and one from Italy.

O'Dea and Schilizzi, in collaboration with the Fantis from Bologna, organized a 2-day workshop on Compact Steep Spectrum and Giga-Hertz Peaked spectrum radio sources in Dwingeloo in June; about 30 astronomers from all over the world attended.

As usual, a large fraction of time of the permanent staff members went into committee work, as well as peer review of proposals, and articles etc. This is not listed in detail. Committee membership is given in section 7.10.

The research conducted by the group is reported (in English) in section 6.1.

4.4.2 Service tasks

Various service tasks of a general nature were distributed among the members of the group. De Bruyn was the point of intake for pre-prints and he supervised production and distribution. Four theses based on radio work with NFRA instruments were also distributed.

De Bruyn and Braun examined the possibilities of mosaic observing with the WSRT and wrote an article on WSRT mosaic observing for the December Newsletter. Mosaic observing promises to be an efficient and powerful mode of operation in the future. Software to handle mosaic data was developed by Brouw and tested by de Bruyn. De Bruyn and Strom assisted external users of the DWARF calibration package. De Bruyn also wrote articles for the Newsletter on the status of 92 cm observing with the WSRT and one, with Raimond, on the use of the WSRT archive. De Bruyn was instrumental in setting up an editorial team carrying responsibility for the production of these Newsletters.

Baum organised the scientific colloquia at the institute while Strom supervised the binding of library journals. L.J. Tacconi, L.E. Tacconi-Garman and Braun met frequently with Casse and Woestenburg to discuss the design, progress and software connected with the multi-beam mm receiver being developed for the JCMT.

L.E. Tacconi-Garman wrote several programs (VIRGODIST and TWILIGHT) for general astronomical use. He also wrote programmes to translate JCMT data and WSRT interference monitoring data such that they could be used with the DRAWSPEC package.

4.4.3 Future projects

De Bruyn wrote a note (#571) discussing the future use and possible upgrades of the WSRT, in particular a North-South extension.

Strom is a member of the Working Group concerned with the development of the new Multi-Frequency Frontends (MFFEs) for the WSRT. He paid special attention to the polarization calibration using RF-switches to interchange the two polarization channels. Test observations at 18 cm using the noise-source injection were made and reduced. The results were written up in Note 572.

During the year Schilizzi spent considerable time leading the Science Team effort on the ESA Assessment Study of IVS (International VLBI Satellite). This effort included writing parts of the report on the Study.

Progress was made on improving the environment for funding the European VLBI Centre. Agreement was reached amongst the Ministers of Science in the EC countries with an interest in VLBI that the European Science Foundation (ESF) should be asked to consider the VLBI project in the context of other proposals for astronomical facilities on a European scale. An ESF Advisory Group on Ground Based Astronomy met in July and concluded that the VLBI proposal was the only one amongst those discussed which fit the aims of the EC so fully that funding could appropriately come from that source. This recommendation was forwarded by the Dutch Ministry of Science to the EC, and at the end of the year was still under discussion.

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 1990

782-371-026: Prof. dr. E.P.J. van den Heuvel, Prof. dr. C. Zwaan: *Numerical simulation of the evolution of the Hertzsprung-Russell Diagram of star clusters and associations.* Graduate student: Drs. S.J. Hogeveen.

782-371-027: Dr. A. Achterberg, Prof. dr. M. Kuperus, Dr. J. Kuijpers: *Non-thermal processes around disks.* Graduate student: Drs. G.T. Geertsema.

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. In 1990 seconded to La Palma.

- 782-371-035: Dr. A. Achterberg: *Dynamics of slender fluxtubes in accretion discs and jets*. Graduate student: Drs. G.P. Schramkowski.
- 782-371-036: 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.

Sections 6.2.6 and 6.2.7 contain the final reports on the completed Ph.D. projects 782-371-026 by S.J. Hogeveen and 782-371-029 by F. Pijpers.

5.2 Working group Interstellar Matter

Chairman: Prof. dr. T. de Jong
Secretary: Dr. P.R. Wesselius

Research projects financially supported in 1990

- 782-372-024: Prof. dr. J.M. Greenberg, Dr. F. Baas: *Molecules ejected by exploding interstellar grains*. Graduate student: Drs. R.J.L.H. Breukers.
- 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.

Section 6.3.7 contains the final report on the completed Ph.D. project 782-372-024 by R.J.L.H. Breukers.

5.3 Working group Stellar Systems

Chairman: Prof. dr. G.K. Miley

Secretary: Dr. J.M. van der Hulst

Research projects financially supported in 1990

- 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.

5.4 Other projects

782-371-032: Dr. R.G.M. Rutten; *Seconded to La Palma. Support astronomer at ING*.

782-374-000: Dr. W.E.C.J. van der Veen; *Liaison astronomer seconded to ROE*.

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.

The work of C.M. de Vos is reported in sections 2.2.2.3.2 and 4.2.6, the Laboratory's report on Scasis.

5.5 Financial report on NFRA research projects

In 1990 a budget of kf 1100 was available. It served to finance 28 research projects covering 24.1 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 9 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. W. van der Veen as liaison astronomer at the Royal Observatory Edinburgh (until 1 September) and of Dr. R.G.M. Rutten as support astronomer at the La Palma observatory (the entire year).

Thirteen percent of the budget for research projects was not used in 1990 as a result of various circumstances: (1) two projects were terminated earlier than was anticipated, (2) several new projects started late, and (3) one of the new projects (782-371-038) which was allocated funds was awarded an ESO student fellowship.

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

Working group:	# of positions	started 1990	finished 1990	number of my	cost in kf
Sun and Stars	8	-	2	6.8	255.5
Interstellar Matter	7	1	1	5.7	207.6
Stellar Systems	10	2	-	8.9	349.5
Other	1	-	-	1	41.7
UK/NL secondments	2	-	1	1.7	102.6
Balance					143.1
Totals	28	3	4	24.1	1100.0

Kf 85 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 2.6 postdoc manyears, 1 Ph.D. manyear "old style", and 20.5 Ph.D. manyears "new style" (onderzoekers-in-opleiding).

Table 5.5.2 Distribution of projects over universities

University	# of manyears	# of positions	started in 1990	finished in 1990
Amsterdam (UvA)	3.5	4	-	1
Groningen (RUG)	6.6	8	2	1
Leiden (RUL)	7.5	8.5	1	1
Utrecht (RUU)	4.8	5.5	-	1
Totals	22.4	6	3	4

6 Astronomical reports

In this chapter the research carried out by the astronomical staff of the institute of the foundation in Dwingeloo is reported in section 6.1. Highlights of the research carried out in the Netherlands under the auspices of the three so-called Working Groups (Sun and Stars, Interstellar Matter and Stellar systems) are given in sections 6.2, 6.3, 6.4. At the end of these sections reports are included on the Ph.D. projects supported by the NFRA and completed with a thesis in 1990 (cf. 6.2.6, 6.2.7, 6.3.7). Chapter 5 contains a list and a financial account of all research projects financially supported by the NFRA.

6.1 Astronomical research done by staff of the NFRA institute in Dwingeloo

Edited by A.G. de Bruyn

6.1.1 Introduction

This chapter describes the astronomical research done by the members of the NFRA Astronomy group and the Westerbork telescope astronomer. Very little astronomical research was conducted by other NFRA staff members this year. Most of the research is done in collaboration with astronomers at Dutch universities and astronomers abroad.

As in past years the bulk of the research involves the study of external galaxies, from very nearby to cosmologically distant objects. However, work was also done on very nearby objects, comets, (radio)stars and supernova remnants in our galaxy.

The main instruments used in the research were the WSRT, VLA, EVN and global VLBI networks, the JCMT, SEST and the ING telescopes at La Palma.

Software packages used for the data reduction included DWARF (used for redundant baseline and self-calibration of WSRT data), AIPS, the Caltech VLBI package and DrawSpec. The computing facilities on which these packages were used comprise an Alliant FX/8, a microVAX 3400 cluster, a DEC3100 workstation, a DeAnza display and a PC for general use.

6.1.2 Comets

L.E. Tacconi-Garman reduced the 18-cm OH comet data he obtained using the NFRA 25-m telescope in April and May of this year. The main hyperfine line (1667 MHz) was undetected in individual daily average spectra from the April epoch. However, he demonstrated that if one properly accounts for the time varying excitation of the OH radical in the coma of a comet, spectra obtained at times when the excitation was nearly zero (or changing from positive to negative, as was the case for Comet Austin in April 1991) can be averaged together to reveal moderate S/N features. The 1667 MHz OH line was clearly seen in the May 1991 Comet Austin data, with marked day-to-day linewidth variations. Such linewidth variations were also seen in data taken in collaboration with Schloerb (FCRAO) and Claussen (NRL) at the 43-m telescope at Green Bank. Model analysis of the Dwingeloo data revealed that the linewidth variations are likely caused by the day-to-day variations in the gas productivity of Comet Austin.

Other cometary work done by Tacconi-Garman involved modifying previously written code used to simultaneously fit grids of model spectra to many observed cometary OH lines. This code was then used to analyze data of Comet Halley taken in November 1985 at eight separate observatories.

6.1.3 Stars and Compact objects

De Bruyn and Spoelstra, in a project with Van der Hucht (SRON, Utrecht), reduced 6 and 21 cm data of the WR binary HD193793 in order to investigate the slow rise to maximum of this radio binary. With Van der Hucht, De Bruyn is involved in a VLBI project to map the structure of this interesting radio binary and the availability of continuous WSRT flux density data has been valuable for planning the optimal epoch for VLBI observations. A 9-station June 1990 VLBI experiment, correlated in Bonn in November, implied a source of about 7 milliarcseconds in size, larger than expected but much smaller than the separation of the stars in the binary (20 milliarcseconds).

Strom reduced WSRT 92 cm observations of Sco X-1 made during a monitoring campaign last year in collaboration with Penninx, Van Paradijs (both Amsterdam) and Hjellming (NRAO). Although both lobes of Sco X-1 were readily detected, no emission could be found from the central component (a limit of 15 mJy was set, influenced by

emission from the outer lobes). The source was detected at higher frequencies with the VLA. The radio variations observed appear to be correlated with X-ray state, as has been observed in other similar binary systems. These coordinated radio- and X-ray observations of Sco X-1 have been written up. In this work, a correlation between radio activity and X-ray state is described, similar to what has been found in other low mass X-ray sources of the so-called Z-type.

Strom also continued the reduction of pulsar observations, using the WSRT in a special mode, in the project with Van Someren Gréve. Work was also done on a paper describing VLA observations of Tycho's supernova remnant, together with Dickel (U. of Illinois) and Van Breugel (Berkeley), and the paper was submitted in June.

Strom invested much effort in the reduction of WSRT 92 cm observations of 12 globular clusters. The goal is to look for emission from pulsar candidates in these clusters, and thereby determine and put limits on the pulsar luminosity function. This is a collaborative effort with Johnston, Kulkarni (both Caltech) and Schwarz (Groningen).

Another collaborative effort with Kulkarni is directed towards determining the nature of the γ -ray source Geminga, and other similar objects. Strom is reducing the 4x12h observation of Geminga, which was unfortunately obtained during a period of high solar activity which has clear adverse effects. The maps made so far show much extended emission in the field, but it is not obvious whether this is associated with Geminga.

6.1.4 Galactic Supernova Remnants

Strom attended the conference on Astrophysics with Infrared Arrays in Tucson in February. He gave a talk on the UKIRT observations, done in collaboration with Greidanus (formerly Leiden), of the supernova remnant Cas A. The main conclusion of this work was the lack of a clear correlation between the infrared emission and soft X-ray maps, although such a correlation is expected according to theoretical work. What has now become clear is that although there is also no correlation between the infrared peaks and the optical knots, the global properties of the dust seen in the infrared are rather similar to the fast-moving knots and the lack of a one-to-one correspondence is in fact not too difficult to understand.

Strom reduced data on the Crab Nebula in the context of two separate projects. Much time went into analyzing WSRT 49 cm observations made several years ago, which never had produced maps of the quality expected. The new attempt seems to have attained greater success, though there are still problems. There is some evidence for extended emission beyond the known boundaries of the remnant, including a knot several arcmin to the south. In a second Crab-related

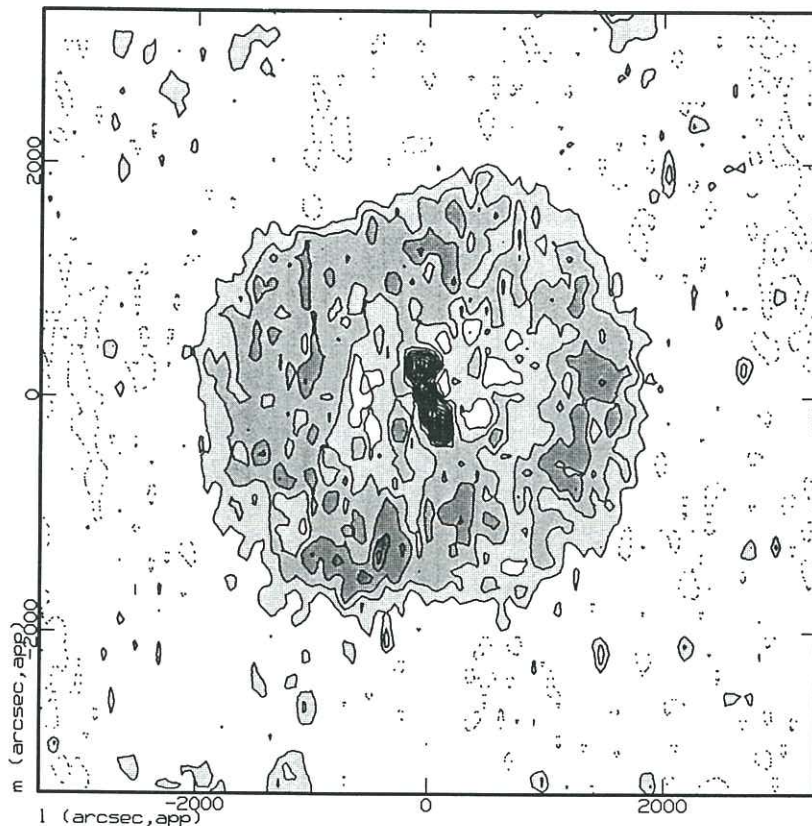


Figure 6.1.1

A WSRT 92 cm map of the supernova remnant G179.0+2.6, made with a resolution of $2' \times 4'$ to bring up the large scale structure. The object in the centre (which has been restored with full resolution) is a background galaxy unrelated to the remnant. Although of very low surface brightness, G179.0+2.6 has a regular shape and near-circular outline.

project, infrared data from UKIRT and IRAS are being combined to study the IR excess near 50 μm . There is some evidence that this emission is not primarily caused by dust, but may be of a nonthermal origin. The analysis is continuing.

In collaboration with L.J. Tacconi and L.E. Tacconi-Garman, Strom also obtained 6 cm H_2CO observations of the Crab Nebula, in an attempt to find absorption² against the strong continuum emission, the presence of which might be expected from the recent discovery of H_2 in some filaments. The data were partially reduced in Westerbork to determine just how subsequent measurements should be made, and although it is too early to be certain, there were several regions where absorption may be present.

Strom reduced WSRT 92 cm observations of the low brightness supernova remnant G179.0+2.7 (in collaboration with Fürst and Reich, MPI, Bonn). The story of the reduction, and how a single 12h observation was sufficient to image this large object, has appeared in the second ASTRON Newsletter and will not be repeated here. The new observations shows that the remnant is fully resolved with a 1 arc-min beam, although the outer edge is fairly abrupt (Figure 6.1.1). The periphery has the shape of a lopsided barrel with an outline which is remarkably smooth. The shell is quite thick, and a band of emission appears to cross its central portion. The next step will be to compare the brightness distribution at 92 cm with those obtained at shorter wavelengths.

Strom and Greidanus (TNO, formerly Leiden) put the final touches to two articles describing TAURUS observations of filaments in the Cygnus Loop, which were subsequently submitted for publication.

6.1.5 Galactic Interstellar Medium

During a visit of Waller, L.E. Tacconi-Garman worked with him on an ongoing study of the distribution of molecular gas in the first quadrant of the galactic plane.

6.1.6 Normal galaxies

6.1.6.1 Interstellar Medium

Braun continued working on his very extensive M31 project. Final modifications were made to a paper in which the distribution and kinematics of the neutral gas were analyzed. Using the signature of

individual spiral arm segments, a spatial and kinematic parameterization of the gas was formed. A clear two arm trailing spiral pattern was found. Systematic variations in the local inclination were also found, especially in the inner disk. Strong indications were found for elliptical gas orbits in the inner galaxy. After correcting for inner ellipticity and changing inclination, the resulting rotation curve was well fit by using only a stellar bulge and disk as traced by the blue light both having a mass to light ratio of 6.5. (see Figure 6.1.2). There are no indications in M31 for an additional mass component (e.g. dark halo) which is more uniformly distributed than the stellar light. Work was also carried out on analysis of HI absorption data against sources behind M31. Absorption is detected against seven different sources allowing statistical analysis of the data in parallel with galactic absorption data. Fitting the emission and absorption properties of both galactic and M31-lines-of-sight has allowed sensitive estimates to be made of the cool HI temperature and the warm HI column density. Cool

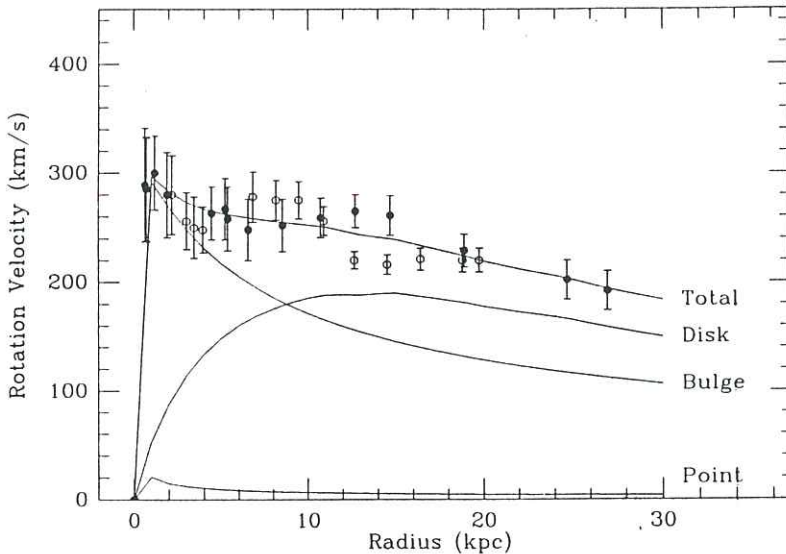


Figure 6.1.2

Rotation velocity in M31 as a function of radius. The contributions of various components are indicated. There is no need for a "dark" component out to a radius of 28 kpc. (see Braun, 1991, Submitted to the Ap.J.).

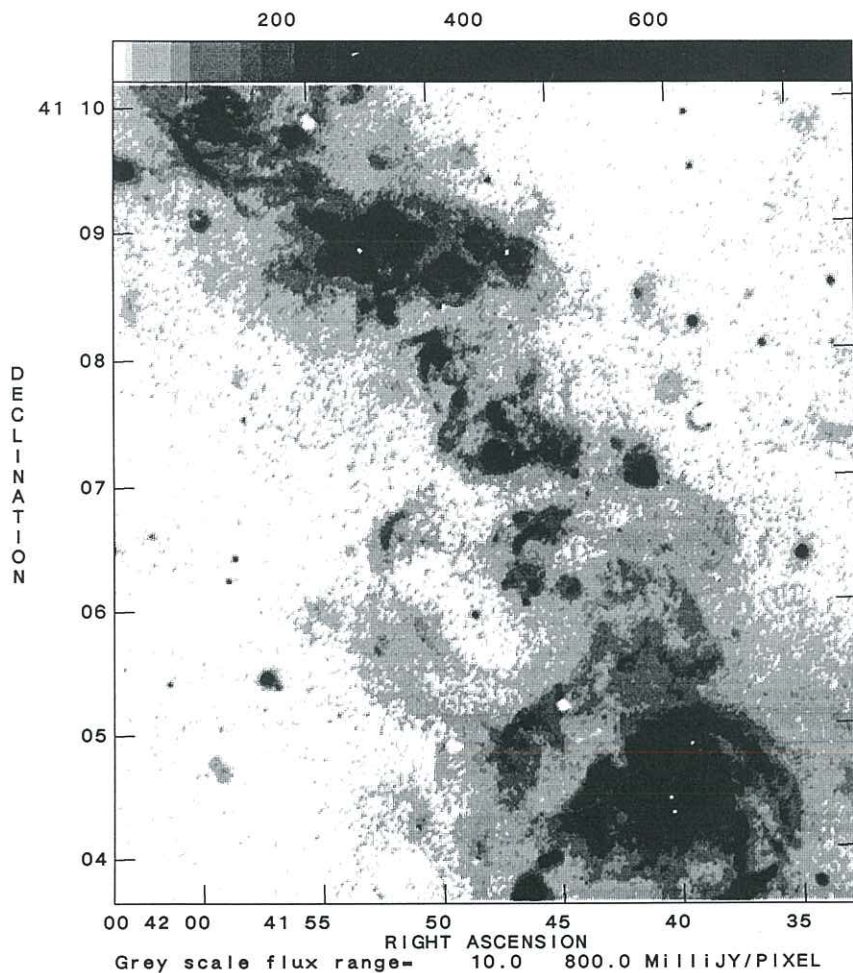


Figure 6.1.3

Half-tone reproduction of the $H\alpha$ emission observed in one of the fields in the NE half of M31. The continuum light has been subtracted. North is up, East to the left. The approximate (X,Y) position of the centre of the frame is indicated in the top. The frame shows a region of about 1.3 kpc on the side. A logarithmic gray scale coding was used so that the structure of both faint and bright regions is visible. Small white blotches correspond to bright stars that were blanked. Most of the small unresolved sources are planetary nebulae. The minimum intensity is 0, the maximum $0.8 \cdot 10^{-15} \text{ erg/cm}^2/\text{sec}$ per $0.776'' \times 0.776''$ pixel.

component temperatures are 50 percent higher in M31 (at 15kpc) than in the solar neighbourhood of the Galaxy. The temperatures are in fact comparable at similar radii. The temperature difference is most easily understood in terms of a significantly lower gas pressure (by a factor 2) at large radii in M31. The papers were submitted for publication.

Braun worked on two further aspects of his M31 project. The first concerns preparations for a data paper together with Walterbos presenting the results of narrow-band optical imaging in H-alpha and [SII]. An Astron. Astrophys. Suppl. paper is now well underway, consisting of an extensive catalog together with high quality illustrations; an example is shown in Figure 6.1.3). The second concerns the generation of an atlas of supernova remnant (SNR) candidates from this database. The radio and optical properties of fifty high quality candidates are tabulated and illustrated in this work. Analysis of the SNR data is proceeding in parallel in a third paper now in preparation.

6.1.6.2 Discrete objects in galaxies

The radio monitoring of SN1986j, an extremely bright radio supernova in NGC891 continued with the emphasis on the longer wavelengths. This is a project with Van der Hulst (Groningen) and several members of the astronomy group. De Bruyn reduced 49 cm data taken in May and September. The decline in the 49 cm flux density of the radio supernova (RSN), first seen in the May 1990 data, was confirmed in September. The 1986 and 1989 92 cm data of the NGC891 field were also reduced. It appears that at 92 cm the radio light-curve of the RSN is unusual with a clear detection when the 1986 data are subtracted from the 1989 data. Possible ways to explain this unexpected behaviour at long wavelengths are being investigated. A nice byproduct of the 92 and 49 cm datasets on the NGC891 field are beautiful maps of the radio sources 3C66A and B as well as the best low-frequency maps of the halo of NGC891.

De Bruyn supervised summer student Rob Cavallo with the reduction of WSRT data on the candidate SNR's in NGC4656 and M51. The 6 cm flux density of the source in NGC4656 is again somewhat lower than in the observations taken ten years ago with the WSRT but not so much that it could definitely be concluded that the source is a Crab-like SNR. The object projected onto a spiral arm in M51 was not shown to vary in a 6 year period between 1984 and 1990. The as-

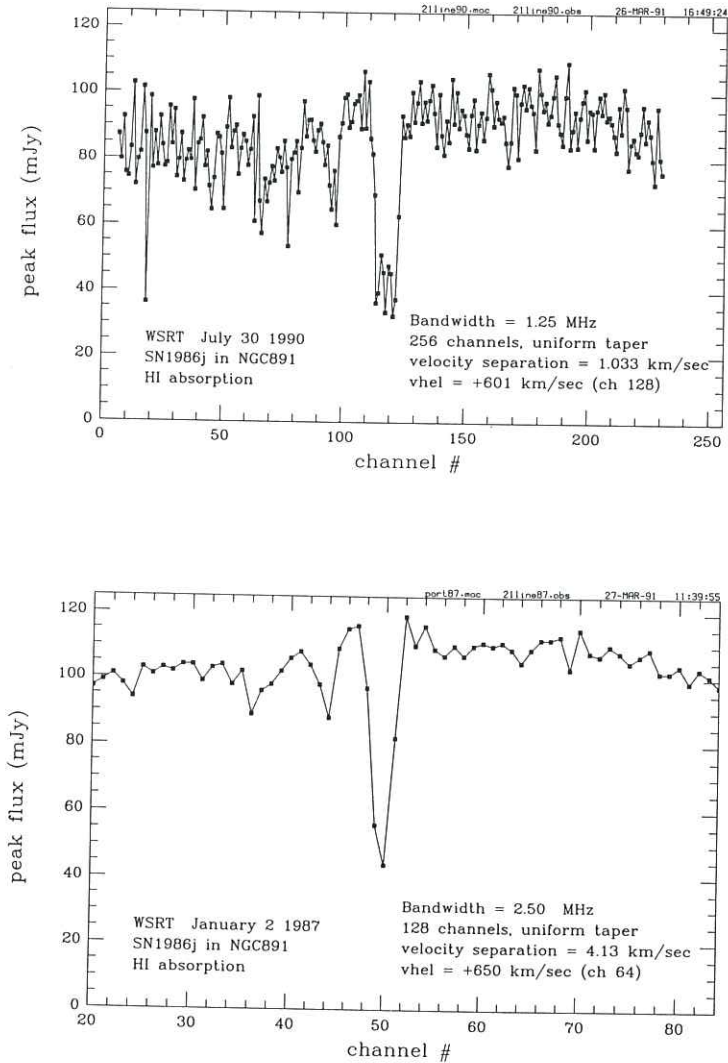


Figure 6.1.4

HI absorption spectra towards SN1986j in NGC891. The bottom spectrum was taken with 4 km/sec resolution in 1987, the top one with 1 km/sec in 1990. Both spectra show the same velocity range. In this 3 year period the continuum flux density of the SN declined slightly.

sumption that the source is a SNR must therefore now be considered doubtful.

New 21 cm line data on the absorption seen towards the SN1986j in NGC891 produced the discovery of a very sharp, 1 km/sec wide, very deep absorption line at an unexpected velocity (Figure 6.1.4). Whether this gas is associated with the pre-SN mass outflow or with the outer disk of NGC891 remains to be investigated. In the latter case it must occur at a "forbidden" velocity.

6.1.6.3 Global properties of normal galaxies

Braun also continued work on his nearby galaxy project. Calibration of the VLA HI data for 5 nearby galaxies was completed locally; during the summer he was assisted by summer student Olling (Columbia). Calibration of the other five galaxies in the sample is being carried out at the same time by Olling and Van Gorkom at Columbia University.

De Bruyn reduced new WSRT continuum data at 6 cm, 21 cm, 49 cm and 92 cm data of the nearby spiral galaxy NGC1569. The 21 cm map is shown in Figure 6.1.5. The data will be analysed for spectral index gradients in the mixed thermal/nonthermal disk halo emission of this starburst galaxy (a project in collaboration with Israel (Leiden) and Van der Hulst (Kapteyn Lab)). In the central region the emission is still dominated by thermal continuum, even at 92 cm wavelength, but the outer parts of the galaxy show a steep nonthermal component indicating that there the synchrotron emission dominates.

L.J. Tacconi and L.E. Tacconi-Garman obtained SEST CO observations of a sample of gas-rich S0 Galaxies. This ongoing project in collaboration with Van Woerden (Groningen), was granted 78 hours of telescope time. The observers were able to make a fully sampled ^{12}CO J=1-0 map in the central 1' of the barred S0 galaxy NGC 1326, as well as smaller maps of 4 other galaxies. CO emission was successfully detected in NGC 1326, NGC 4691, and NGC 4385, and was found to be extended in all three cases. Through continued mapping of the CO emission from S0 galaxies, the collaborators are trying to gain a better understanding of the ISM and its relation to the evolution of these galaxies, and to get insights into the possible origins of molecular gas in these systems. Combining the data from two SEST observing runs, the observers now have small CO maps for 10 S0 galaxies. In NGC 1326, a galaxy which has now been fully mapped, the collaborators along with summer student Thornley have focussed their

efforts on modelling the line profile shapes. They have found that although most of the spectra are fairly well fit by a model where the molecular gas is distributed in a thin ring located about 1 kpc from the nucleus, there are low velocity features present in spectra taken along the major axis which cannot be explained by such a simple model. One possibility is that these features are caused by non-circular motions of the gas streaming along a bar.

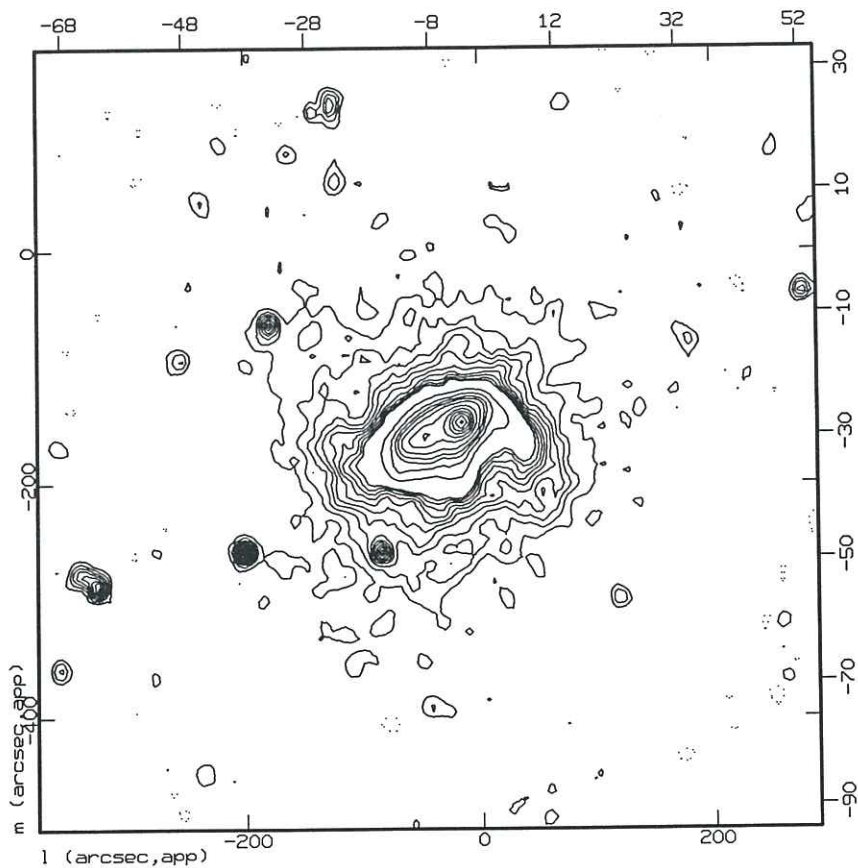


Figure 6.1.5

WSRT 21 cm continuum map of the irregular galaxy NGC1569. Lowest contours start at 0.15 mJy (about 2.5σ). The angular resolution is $13'' \times 14''$. The scale, in arcseconds, is indicated on the left and bottom axis.

L.J. Tacconi began a project mapping the CO J=3-2 emission in M82 in collaboration with Tilanus (IFA). They obtained ^{12}CO spectra at 43 positions on a 6" grid aligned with the position angle of the major axis (Figure 6.1.6). They also made ^{13}CO J=3-2 observations in 3 positions. Other collaborators working on this project are Wynn-Williams and Zhao at U. Hawaii; Sutton at Space Sci. Lab, Berkeley; and Lo and Stephens at U. Illinois. The ^{12}CO map shows a double-peaked structure which has been seen by other observers in the lower transition CO lines. This structure has been assumed to be a molecular ring. L.J. Tacconi also spent some time tracking down low J transition CO data for M82. That data was needed to get accurate line ratios for comparison with the J=3-2 ^{12}CO and ^{13}CO data. She was successful in getting J=2-1 data from Reuter (Bonn) and J=1-0 data from Nakai (Nobeyama). It was found that the $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ ratio is about 10 across the disk of the galaxy. Assuming a $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ abundance ratio similar to that found in the Galactic Centre, all low transition CO line ratios can be fit by a model where the CO is reasonably optically thick, and the molecular gas is both warmer and denser than the gas in the Galaxy. A paper was submitted to the Ap.J. in July.

In two observing runs at the JCMT in March and September L.J. Tacconi completed the project aimed at a study of the spiral arms of NGC 6946 (in collaboration with L.E. Tacconi-Garman, Xie (U. Mass) and Sutton). ^{12}CO J=3-2 emission was observed with Sutton's 345 GHz receiver, which was being used temporarily at the JCMT. J=2-1 emission observations were made with the common user 230 GHz receiver. The main goal of the study is to examine the role that density waves play in the distribution and kinematics of the molecular gas in spiral galaxies, and to investigate the effect that the spiral arms have on the massive star formation efficiency. A second goal is to place constraints on the degree to which gas temperature variations influence gas emission enhancements.

She reduced and began analyzing ^{12}CO J=2-1 and J=3-2 maps of the bright northern spiral arm. The 2-1 data consist of 108 observations spaced by 10" on a 12 by 9 grid which cover a large fraction of the arm and interarm regions. All of the CO data were reduced with Draw-Spec. She put the data together with VLA HI C-array and an H-alpha image to get a complete picture of the effect of the spiral potential on the ISM for this arm region. The results are that although all three components of the ISM are largely confined to the optical

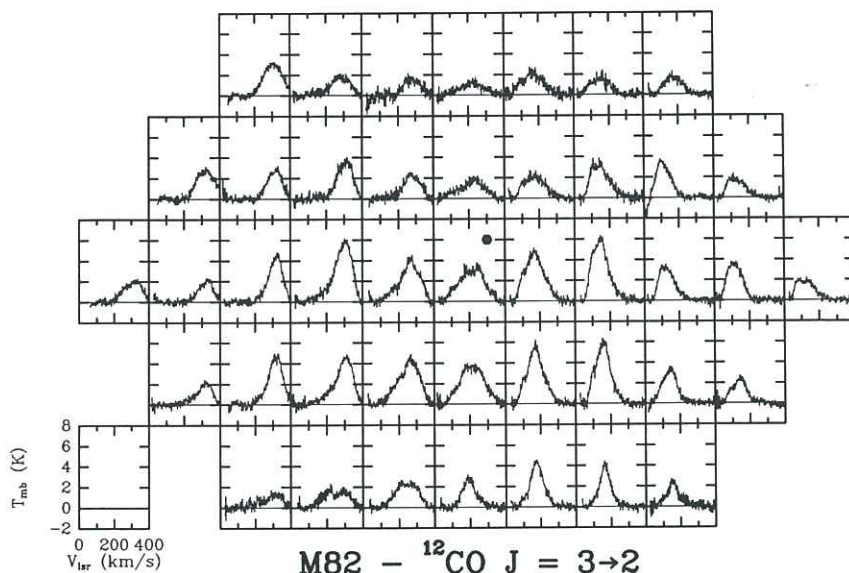


Figure 6.1.6

The observed spectra of the $^{12}\text{CO } J=3-2$ line in M82 smoothed to a velocity resolution of about 2 km/sec. The velocity and temperature scales are indicated on the bottom left. All of the observed positions are shown here, where the grid spacing is 6". The longest dimension of the map is aligned with the major axis of the galaxy taken to be at a position angle of 70° . The central profile is indicated with a dot.

spiral arm, there is no coincidence between the location of the CO and either the HI or $\text{H}\alpha$ peaks. Although both the HI and $\text{H}\alpha$ spiral arms show a bifurcated structure, the CO emission is strongly peaked on the arm front, with barely detectable emission along the second HI/ $\text{H}\alpha$ arm spur.

L.J. Tacconi also continued with the reduction of WSRT HI images of 6 red and blue dwarf irregular galaxies: completing the flagging, mapping, and continuum subtraction for the final 2 objects, and deriving final 0th, 1st, and 2nd moment maps for all 6. There is a definite trend of peak HI surface density with optical colour observed in the data, in the sense that the two reddest, lowest star formation galaxies of the sample have the lowest HI surface brightnesses. This result is consistent with models predicting a relationship between peak HI column density and star formation activity. An abstract was submitted to the AAS, and preliminary results were

presented in the form of a poster paper at the AAS winter meeting in Philadelphia.

Working with Braun, L.E. Tacconi-Garman proposed (with Van Gorkom (Columbia), Walterbos (New Mexico State), Kennicutt (Arizona) and Norman (STScI)), made, and reduced HI observations of a sample of nearby galaxies. These $2^\circ \times 2^\circ$ grids around the target objects were made with the Dwingeloo 25-m telescope and reduced with DrawSpec. The intent of this work was to augment previously obtained VLA data with zero-spacing information. Unfortunately, the poor quality of the baselines etc. in the data prevented them from being useful.

6.1.7 Active galaxies

6.1.7.1 Seyfert galaxies

Baum, with De Bruyn, Pedlar (Jodrell Bank) and O'Dea obtained 6 and 21 cm WSRT observations of 10 Seyfert galaxies in order to search for extended radio emission on the scale of the galaxy and the extended emission line regions. Summer student Dallacasa reduced several of the 6 cm syntheses under the supervision of Baum, de Bruyn and O'Dea. These observations have revealed the presence of extended radio emission on scales of tens of arcseconds in a number of objects. They also began reduction of some of the 21 cm data. When the full data set is reduced they will try to determine the relationship of the large-scale radio structure, on the one hand and the VLBI-scale radio source, the extended emission line gas and the minor axis of the host galaxy, on the other hand, in order to determine the nature and origin of the large-scale structure.

O'Dea (in collaboration with Baum, de Bruyn, and Pedlar) reduced the WSRT 6 cm observations of the Seyfert 1 Galaxy NGC3516. Extended emission was previously detected by Wrobel and Heeschen with the VLA. The new WSRT observations reach the thermal noise and confirm and extend the previous results. The extended emission is found to superficially resemble a two-sided jet, though it may not have been created by directed outflow from the central engine. The structure could be caused by buoyant bubbles escaping along the minor axis of the galaxy.

De Bruyn spent a large amount of time getting the LAG monitoring of the BLR's of eight Seyfert galaxies and quasars going at the Canary Islands telescopes. As coördinator for this campaign he was responsible for the observers schedule, as well as the communication

between the membership, the resident astronomer at the IAC-Tenerife, the actual observers on the mountain and the RGO/ING management. This would have been a nightmare if it had had to be done without electronic mail! The project was blessed with exceptionally good weather in the first two months of the year and reasonable to good weather in the remaining part of the campaign. Both the INT and WHT produced high quality spectra even though ISIS on the WHT was far from being a fully commissioned instrument. The campaign finished in early June. Altogether it has been a great success and large quantities of excellent data have been gathered. On average 25 spectra were obtained of each of 8 objects. They have been distributed, via Jackson in Jodrell Bank, over 8 groups of astronomers in Europe who will each reduce one object. At the September LAG meeting in Heidelberg the first results were shown by some of the groups. It is clear that some objects have shown significant and sometimes amazingly rapid variability.

Together with Stirpe, De Bruyn reduced using the latest release of the FIGARO package from STARLINK, installed by Spoelstra and Stirpe. He also worked with her on the final version of an article discussing the 1987 monitoring campaign of three Seyfert galaxies.

6.1.7.2 Radio galaxies and Quasars

Baum reduced VLA observations of classical double radio galaxies. In conjunction with Leahy (Jodrell Bank), Scheuer (Cambridge), Riley (Cambridge), and Perley (NRAO) they obtained A, B and C array VLA data at 8 GHz on a sample of 15 radio galaxies to study morphologies of the hotspots in these sources. These data will be used to constrain models of the energy transport in the jets. She also finished the analysis of spectroscopic observations of radio galaxies.

O'Dea finished the reduction of 4x12 hr WSRT 49 cm observations of the giant radio galaxy NGC 6251 (in collaboration with Willis (DRAO)). The new deep image shows additional features which were only hinted at in previous data. The existence of a large scale "counter-jet" was confirmed in these data.

Visitor Stanghellini and summer student Dallacasa (Bologna) reduced WSRT 92 cm observations of GPS sources in Dwingeloo under the guidance of De Bruyn, O'Dea and Baum. The new observations in some cases confirm the GPS nature of the sources and in other cases

show that the low frequency spectra are much more inverted than previously suspected. All 15 sources observed are unresolved at 1 arc-min resolution.

O'Dea and Baum continued to supervise the thesis project of Carlo Stanghellini on GHz-peaked-spectrum sources. Three optical proposals on GPS sources were submitted to La Palma. A service request was submitted to UKIRT to obtain IRCAM images at K band of optically blank fields. One source was observed but preliminary results suggest that it was not detected. O'Dea and Baum also supervised summer student Dallacasa (Bologna) who began the reduction of WSRT 92 cm observations of GPS sources.

Baum and O'Dea attended the AAS meeting in Washington DC and spent additional time in the USA giving colloquia at half a dozen different institutions.

De Bruyn and summerstudent Dallacasa reduced 6 and 21 cm observations of 0108+388, the peculiar compact double studied in collaboration with Baum and O'Dea. It appears difficult to reconcile the 6 cm and 21 cm WSRT maps even considering their different resolutions. Further work is needed to explain the observed properties of the faint extended emission.

De Bruyn worked together with Jongeneelen (Leiden) on the problems encountered in phase-connecting the global 6 cm VLBI observations of a triplet of compact radio sources acquired in June 1988. Some of the data were analysed with the help of the Bonn Mk3 software on the Dwingeloo Laboratory HP computer.

Schilizzi, during his stay in Japan, continued the data reduction of 10-station 18 cm VLBI observations on the complex CSS source, 3C343, using the Nobeyama computers. Using the AIPS amplitude self-calibration algorithm, a non-negligible fraction of the data was flagged despite use of a reasonably good starting model, so Schilizzi decided to self-calibrate the data with the CORTEL algorithm in the Jodrell Bank OLAF package to see if improvement can be obtained. The filamentary structure of 3C343 may be the result of a jet impacting on the interstellar medium of the quasar or may represent a twisted pair of jets (Figure 6.1.7). The location of the core component is critical to the description of the source. Observations at 6 cm have been requested to identify which of the two discrete components in the structure has a flat spectrum.

He and Inoue (Nobeyama) carried out the initial data reduction of 43 and 92 GHz observations, made with the Nobeyama 45m telescope,

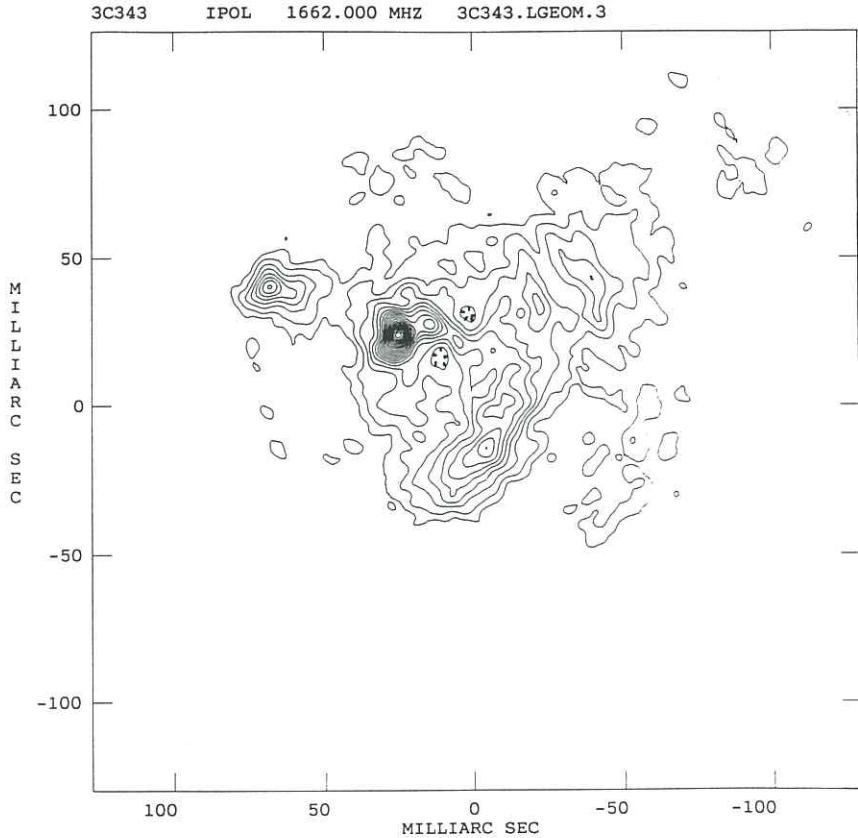


Figure 6.1.7

A 1.66 GHz image of the compact steep spectrum source 3C343, at 5 milliarcsecond resolution, produced via an MEM algorithm from joint global VLBI-MERLIN observations in November 1988.

of the CSS sources in the 3CR sample. A number of the quasars appear to show a flattening of their spectra at 92 GHz indicating the presence of a very compact component.

Back in Dwingeloo in May, Schilizzi and Gurvits (Astro Space Center, Moscow) continued their data reduction of 6cm VLBI data on high redshift quasars. In Dwingeloo Nan Rendong (Beying, visiting for one month) and Schilizzi also carried out further reduction of

the 50 cm VLBI data on CSS sources. Papers on both projects are in preparation.

Schilizzi and Barthel (RUG) visited Bonn to review the results of absentee Mk3 processing of 6 cm data on the nucleus of 3C236. Further reprocessing of some segments of the data was carried out by Barthel later in the year.

Schilizzi visited Parkes in July for an observing run with the Parkes-Tidbinbilla Interferometer (PTI) on the nuclei of elliptical galaxies, a project headed by Sadler and Slee. He visited the Australia Telescope at Narrabri in August for 6 cm observations of the most luminous radio galaxy in the Southern Hemisphere, 2356-612. This is a joint project with Ekers and Bicknell. Back in Sydney, Schilizzi reduced these data together with Koekemoer, a Ph.D. student from Mt. Stromlo, Ekers (ATNF) and Bicknell (Mt. Stromlo). A nearly final image of this object shows a Fanaroff-Riley class II structure with bright hotspots at the outer edges of the lobes, and unusual cylindrical structures linking the hotspots with the central galaxy.

Schilizzi has also carried out reduction of AT observations of extended radio sources from the southern equivalent of the 3CR sample, a project with Hunstead and McAdam. A second AT project made progress in this quarter, this being the reduction of 6 cm data on 3 of a sample of 19 extended southern radio sources. This forms part of a larger project led by Hunstead (Univ. Sydney) to define the southern equivalent of the 3CR sample, and to carry out basic radio and optical observations of the sample.

Strom and Biermann (MPIfR, Bonn) have finished their work on the BL Lac-type object 1803+74. It has a very striking spectrum which remains extremely constant in flux density in the frequency range from 38 MHz to 20 GHz, turning over slightly at mm and far infrared wavelengths (Figure 6.1.8). Further work was also done on the data reduction of 92 cm pulsar observations.

Strom also visited Effelsberg to participate in 2.8 cm observations of large radio galaxies, in a collaborative effort with Klein (Bonn) and others.

6.1.8 Clusters of Galaxies

Baum completed the analysis of multifrequency VLA observations of the archetypal cooling flow radio source, PKS 0745-191 in collaboration with O'Dea. The work was completed and a paper submitted

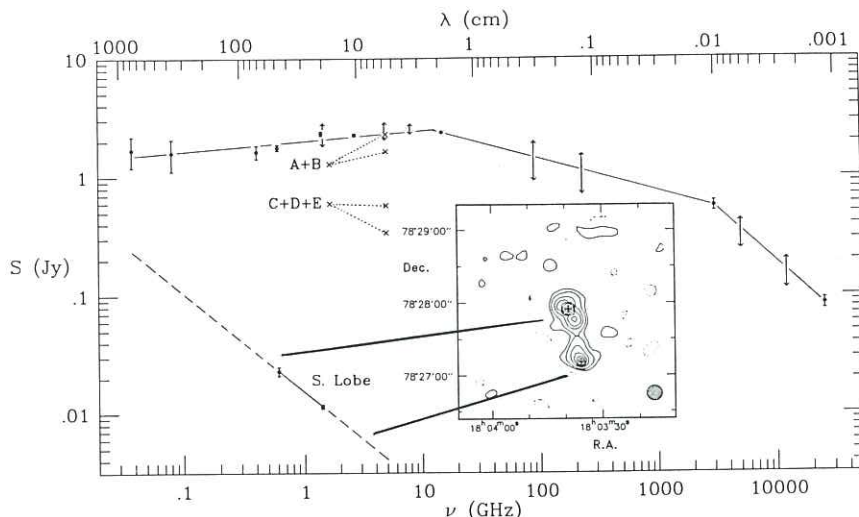


Figure 6.1.8

A montage showing the 21 cm structure of the BL Lac object 1803+784 (inset) and the spectra of both the entire source (upper) and its southern lobe. Note in particular how flat the source spectrum is from infrared wavelengths to 38 MHz. At the shorter wavelengths the source is variable as indicated by arrows.

to Monthly Notices.

Using a new feature, provided by Brouw in the redundancy software de Bruyn searched the 21 cm Perseus cluster data for evidence of large Faraday rotation effecting the polarization of background radio sources seen through the cluster halo. The data were subjected to various trial values for the Rotation Measure which could lead to depolarization across the 50 MHz wide observing band at 21 cm. No polarization has as yet been discovered although not all data have been processed because of lack of time.

O'Dea travelled to La Silla for the 4-7 May SEST observations in collaboration with Baum, L.J. Tacconi and Sparks (STScI). He lost some time due to hardware problems with the telescope control system, but was given additional time which happened to be available in gaps in the schedule, albeit at a different LST. So he didn't get as much time as he wanted on the three "cooling flow" sources: NGC4696, 0745-191 and Hydra A. He managed, because of the extra time, to observe two radio galaxies: 0634-20 and 1934-63. Once the observations

got going, everything functioned well and good data with flat baselines were obtained. All sources were observed in the CO 1-0 transition and NGC4696 was observed also in the 2-1 transition. The only significant detection is the radio galaxy 0634-20. The detection was somewhat unexpected and has implications for the origin of the extended optical emission line filaments in this source.

There are some marginal detections which are probably not publishable, but can be the basis of future proposals. Hydra A may have been detected in absorption and NGC4696 in emission (weakly) in the 2-1 transition.

6.1.9 Cosmology

In preparation for two large proposals to gain ASTRON manpower and WSRT observing support to commence a large northern sky survey (the WENSS) with the WSRT at frequencies of 327 MHz and 610 MHz, De Bruyn reduced observations of a 6 x 12 hour 92 cm mosaic of the Coma cluster. Following development of a standardized reduction procedure for 92 cm WSRT data it could be concluded that mosaic observing with the WSRT has great potential, even if only half an hour of observing time is spent on a given field. Significant amounts of time were then spent, together with Miley (Leiden) on writing the scientific case for the WSRT and ASTRON proposals.

Before commencing the first two months of WENNS observing, in the period December through February, De Bruyn reduced a 3 x 12 hour 49 cm mosaic observation centered on M31. These observations were done with the final instrumental setup for the WENSS. A field with 60 pointing centres, covering a region of $6^\circ \times 6^\circ$, was very successfully observed. Several representative fields, one centered on the nucleus of M31 and one on the 4 Jy strong source 3C13, gave almost thermal noise limited maps with a noise figure of about 3 mJy.

O'Dea investigated the redshift distribution of GPS quasars using the catalog of Hewitt and Burbidge. He found that about half of all GPS quasars have redshifts greater than 3 and about half of all quasars with redshifts greater than 3 are GPS sources. This is based on a small sample of objects, but the results so far suggest that the use of GPS sources identified with stellar objects is a very efficient way to find high redshift objects. The trend for high redshift quasars to have very compact radio structures might mean that the interstellar medium of these objects is very dense and clumpy. Alternatively, the radio sources might be very young. He

also attended the Oxford meeting on "Galaxies at High Redshift" and presented the results of a study of the redshift distribution and properties of high- z GPS quasars. O'Dea's prediction that GPS quasars would be found at very high redshift was confirmed at the meeting when Art Wolfe announced a new redshift of 3.56 for a GPS quasar.

6.2 Highlights of research on Sun and Stars

Edited by G.J. Savonije

6.2.1 The Sun and Solar-type stars

6.2.1.1 Magneto-hydrodynamics in stellar atmospheres (C. Zwaan, RUU)

In his observational Ph.D. study of magneto hydrodynamic processes in the solar atmosphere Strous came across a case of disappearance of magnetic flux from the solar photosphere. The process is covered by a time series of magnetograms and other filtergram products obtained at a resolution of one arcsecond or better. This event is an interesting complement to the emergences of magnetic bipoles into the photosphere, which is the main topic of Strous's investigation of observational material collected at the Swedish Solar Telescope on La Palma, with hardware and software of the Lockheed Palo Alto Research Laboratory. Zwaan's invited review "Patterns of Activity" during the 6th European Solar Meeting in Debrecen (Hungary) incorporated work with Brouwer (student RUU) on clustering in sunspot appearances, and results from Harvey's (Solar Phys. Res. Corp. and NSO, Tucson, U.S.A.) study for her Utrecht Ph.D. thesis on the solar-cycle behavior of active regions. These studies are the observational complements to theoretical and numerical studies of magnetic dynamos reported by Hoyng elsewhere in this chapter. As to magnetic activity in stars, Schrijver (ESTEC) and Zwaan addressed the problem of components in close binaries that are overactive, i.e. more active than expected from their rotation rate. Schrijver could describe the activity level (e.g., the X-ray flux density) by a two-parameter formula containing the orbital or rotational period and the companion's radius. As the most likely explanation Schrijver and Zwaan suggest that the tidal interaction affects the dynamo efficiency through a modification of the differential rotation. During the Conference "Mechanisms of Chromospheric and Coronal Heating" in Heidelberg Schrijver and Zwaan presented invited reviews on Relations between Activity and Magnetic Fields, and on Magnetic Activity across the Hertzsprung-Russell Diagram, respectively. This offered the opportunity to put a decade of Utrecht work on magnetic activity into perspective, highlighting the basal emission underlying the

magnetically controlled emission which is described by one activity parameter that is at the basis of the flux-flux relations, while also paying attention to the plage phenomenon, the dependence of activity on rotation and the evolving dynamo, and the calibration of radiative chromospheric and coronal fluxes in terms of magnetic fluxes. The discovery of Ca II H and K emission in some of the very old evolved stars in a globular cluster by Murphy (postdoc RUU), Rutten (postdoc Roden) and coworkers (see "Work at La Palma") came as a surprise to many, and as an expectation to some. It offers a fascinating diagnostic opportunity if the Utrecht interpretation is correct that this emission is caused by the strong magnetic activity in tidally coupled close binaries in the core of this cluster.

6.2.1.2 The solar system (J.W. Hovenier, VU)

Wauben, in collaboration with Stammes and Hovenier, studied several characteristics of the polarized radiation in a planetary atmosphere. For that purpose multiple scattering calculations were performed for a number of simple models of the atmosphere of Venus and the Earth. The results show that valuable information on the structure and composition of a planetary atmosphere can be deduced from polarimetric observations from a descending probe.

Kuik continued his experiments of laser light scattering by small irregular particles. All elements of the scattering matrix as a function of the scattering angle were determined for several assemblies of ice crystals. Calculations of single light scattering by collections of small finite cylinders were performed using the so-called Extended Boundary Condition Method. This dual approach increases the reliability of the results and enhances the amount of possible applications.

Dolman, De Haan, and Hovenier investigated the influence of an atmosphere on remote sensing images of the Earth. Several approximative methods to obtain the "corrected" surface albedo were compared, and the results were reported in a draft paper.

Van der Mee and Hovenier completed and published an extensive investigation of properties of expansion coefficients which occur in the theory of polarized light transfer.

Bosma and Hovenier continued their analysis of the elliptic Zodiacal light observed by Pioneer 10. The results indicate that the mean scattering cross section of the interplanetary particles almost vanishes beyond 3 to 4 AU from the Sun.

The numerical research of Goedbloed, in collaboration with Halberstadt on spectral theory of magnetohydrodynamic waves in coronal magnetic loops on the Sun has resulted in a number of interesting viewpoints. The continuous spectrum of Alfvén-waves turned out to change drastically due to the anchoring of the loops in the photosphere. This influences the efficiency of coronal heating by magnetic waves.

6.2.1.3 Astero-Seismology (H.R. Butcher, RUG)

Seismology performed on the sun shows small amplitude oscillations of the visible photosphere, in the order of 20 cm/s per oscillation mode. The sun behaves like an acoustic cavity, whereby acoustic waves are refracted and reflected due to thermal stratification. Seismology on sun-like (main sequence) stars is of particular interest, because up until now no convincing stellar modes of oscillation have been measured. Accurate determination of radius, relative age, composition will be the achievements of astroseismology using solar-like p-modes of oscillation in the coming years. A single mode of oscillation is determined by the spherical harmonics indices l and m together with the radial order n , the number of nodes in the radial direction. The periods of the low degree l oscillations ($ls4$) are expected to be in the 5 minute region. The stellar seismometer used for this project is a Fabry-Perot based instrument which is pressure (0.1mBar) and temperature ($<1\text{mK/h}$) stabilized. Light enters the instrument via a set of lenses and a fiber. In the instrument the light gets collimated and passes a $25\text{\AA}$ filter, passes the Fabry-Perot, and finally a $3\text{\AA}$ filter. The light leaves the instrument again by focussing it with a second collimating lens on the exit fiber. The spectrum of these oscillations would appear as a "comb-function" which makes it more easily observable.

An observation campaign in Chili with E. Pottasch resulted in six nights of pretty good data. Although the noise level of the power spectrum is about 1 m/s, there is strong evidence that stellar oscillation modes have been measured. Not because significant peaks have been found but rather the signature ("comb-function"), which comprises the bordering frequencies $\nu_{n,l}$, $\nu_{n,l+1}$ and $\nu_{n+1,l}$ is clearly visible. The distance (ν_0) between $\nu_{n,l}$ and $\nu_{n+1,l}$ is approximately 97.14 JHz. The distance between individual peaks ($\nu_0/2$) thus is 48.57 JHz. In the coming months a further analysis of the

data will be carried out in Aarhus (Denmark), under the supervision of Christensen-Dalsgaard.

6.2.1.4 Magnetic fields in solar-type stars (P.Hoyng, RUU)

The study of non-steady, stochastic excitation of global magnetic modes has been continued by Van Geffen, in collaboration with Hoyng and Zwaan. The major goal of this research is to find the coherence time, or phase stability, of the excited modes, in particular of the fundamental 22-year cycle of the sun. Studies treating turbulent transport of magnetic fields as a stochastic process have namely revealed a very large influence of fluctuations in the turbulent convection. Therefore dynamo action is now described as stochastic excitation of many dynamo waves, rather than as steady excitation of just one dynamo wave.

During 1990 the numerical code, needed to describe dynamo processes in some detail, has been completed and tested against the unrealistically simple model developed in 1989 and published in 1990. The first numerical results were presented at an IAU Colloquium in Helsinki, where also a close collaboration was started with dr. Brandenburg and dr. Tuominen. Production runs on dynamo models using a variety of geometries and types of turbulence will start in 1991. This study is a joint project of the Laboratory for Space Research and the Astronomical Institute at Utrecht (Zwaan), and the Kiepenheuer Institute für Sonnenphysik in Freiburg, FRG (Stix). As a follow up for this research a new Ph.D.-position has been assigned to Hoyng, Kuperus (Astronomical Institute) and Van Beijeren (Theoretical Physics Department).

6.2.2 Massive stars, supergiants

6.2.2.1 Mass loss and evolution of massive stars (H.J.G.L.M. Lamers, RUU)

Lamers and Pauldrach (Munich) studied the formation of out-flowing disks from rotating early type stars by means of the bi-stability mechanism of radiation driven winds. The radiation driven wind models show a bi-stable solution if the winds become optically thick for Lyman continuum radiation. Winds with $\tau < 1$ have high terminal velocities of $\sim 10^3$ km/s and low densities, whereas winds with $\tau > 1$ have low velocities of 10^2 km/s and high densities. The authors have shown that this mechanism produces the observed disks around

B[e] supergiants. It can also explain the disks of Be stars if non radial pulsations enhance their mass loss from the equatorial regions. Lamers and de Groot (Armagh) studied the historical observations of the Luminous Blue Variable P Cygni from 1700 to 1990. They found that the star has steadily increased its visual brightness by 0.18 mag per century. This is due to the motion of the star in the HR diagram towards the red, with T_{eff} decreasing 7 percent per century. This is due to the Kelvin Helmholtz contraction of the core and the subsequent envelope expansion. This is the first time that non-explosive evolution of a star in the HR diagram has actually been observed. De Koter and Vestdijk (RUU) have studied a series of UV spectra of P Cygni obtained with the IUE satellite to derive the dynamics, the structure and the cause of the repeated shell ejections on a time scale of weeks to months. De Koter and Schmutz (Boulder) have developed a semi-empirical Non-LTE extended atmosphere code to investigate the structure of the winds of Luminous Blue Variables. The method to solve the fundamental problem of the convergence of the statistical equilibrium equations (SE) and radiative transfer uses a special version of the approximate lambda operator technique. A new accessory SE equation preconditioner has been developed successfully. The convergence properties of this method are very good. The model has been tested for the envelope of a Wolf Rayet star. Lamers and Leitherer (Baltimore) have studied the effect of mass loss, metallicity and stellar evolution on the integrated UV spectra of star-burst galaxies. They have shown that the line-ratio CIV/NV/SiIV is not a simple function of the star-formation rate as has been assumed in the literature, but that it depends critically on the metallicity and the age of the starburst.

6.2.2.2 Post-AGB Supergiants (H.J.G.L.M. Lamers, RUU)

Post-AGB supergiants are ideally suited for the study of the primordial abundances at the very early epoch of Galactic starformation because they are the optically most luminous phase in the evolution of low mass stars. They also provide crucial information on the nucleo-synthesis and mixing during the AGB-phase. Trams, Van Hoof, Lamers (RUU) and Waelkens (Leuven) have studied the abundances in three Post-AGB supergiants from optical (ESO) and UV (IUE) spectra. The stars are metal poor but the C, N and O abundances are almost solar. This must be due to the enrichment of the surface layers

by the products of the CNO-cycle and of the He-burning shell. A comparison of the abundances of 10 Post-AGB stars (from literature and own analysis) with main sequence Pop II stars was also made. Most of the Post-AGB supergiants are metal deficient, with metallicities ranging from -0.3 (HD 161796) to -4.5 (HD 52961, the most metal deficient star found in the Galaxy!). The metallicities indicate that the stars had initial masses ranging from 0.8 to 1.3 $M_{\odot}$. The C,N,O abundances are found to be almost solar (to within a factor 5) independent of the metallicity. This indicates that the stars have a significant amount of processed material at their surfaces, contrary to the predictions of the stellar evolution theory of low mass stars. The fact that the C, N and O abundances end up almost solar remains unexplained. The intermediate mass elements (Mg, Al, Si) are also overabundant, but show a large scatter as a function of metallicity. However, S which is supposed to be formed from C through subsequent α -captures via Mg and Si, is found to be strongly enhanced to about the solar value, independent of the metallicity. This suggests that the reaction rates for α -captures used in the stellar evolutionary models are seriously in error.

6.2.2.3 Very active young stars (P.S. The, UvA)

Study of very active young stars. In an observational study of Herbig Ae/Be stars The found that the A-type pre-main sequence stars HR 5999 (A7 IIIe) and HD 104237 (A4 Ve) possess chromospheric and transition-region emission lines in their uv-spectra. This type of stars is supposed to have only a very thin outer convection zone, incapable of producing a chromosphere and a transition region around the star. It is suggested that the brightness variability and colour variations seen in some of these stars is caused by scattering of the central star's light by small particles in the outer regions of the dust shell enveloping the extended atmosphere.

6.2.2.4 Variable wind structures in early type stars (H.F. Henrichs, NWO Huygens fellow)

Henrichs and Kaper have searched for observational evidence that the widely observed wind variability of early-type stars (in the form of "discrete absorption components" occurring in UV resonance lines) has its origin close to the photosphere. For the O supergiant λ Cephei they have found that the variable behaviour of the

near-photospheric He II 4686 emission line is correlated with variations in the C IV 1550 P Cygni profile (see Henrichs et al., 1990). The massive X-ray binary HD153919/4U1700-37, in which a neutron star orbits in the wind of an O supergiant, was also subject to a search on variability. In the UV spectra of HD153919 we discovered broad emission lines in a region of 200 Angstrom symmetrically around the He II 1640 line (i.e. "Balmer alfa"), varying with orbital phase. We interpreted these lines as being formed by Raman scattering of EUV photons emitted by the neutron extreme UV star by He II ions in the stellar wind. In this way we were able to reconstruct a high resolution EUV spectrum around 256 A for this source (Kaper et al., 1990).

Kaper, Henrichs and Zwarthoed studied the variability of single O stars by performing simultaneous UV and optical observations with the aim of investigating the correlation between stellar wind variations and non-radial pulsations of the star.

6.2.2.5 Mass loss from stars (A.G. Hearn, RUU)

Pijpers (ASTRON/RUU/RUL) investigated the influence of mass loss on the pulsation of giants and supergiants. A full report of his Ph.D. work is given in section 6.2.7.

Koninx (RUU) and Hearn are developing a theory to explain the mass loss from Be stars. Observations of these stars show not only the fast and tenuous wind which is typical for hot stars, but also a dense, slow and slowly accelerating wind from the equatorial regions. The Castor, Abbott and Klein theory for the radiatively driven stellar winds cannot explain a wind accelerating gradually to low terminal velocities. For cool stars a theory of mass loss using sound waves to drive the outflow has been developed by Pijpers (ASTRON/RUU/RUL) and Hearn. This gives a slow, slowly accelerating wind. A combination of both theories seem feasible. As the sound wave flux entering the base of a radiatively driven wind is increased, the mass loss increases by up to two orders of magnitude and the final velocity of the wind is reduced by up to a factor of five to well below the escape velocity from the surface of the star.

Hearn and Johnson (Indiana University) have been studying the correlation of the observed mass loss rates of OH-IR stars, Miras, M supergiants and giants with stellar parameters. Although the scatter of the observed mass loss rates is high, it appears that a single mass loss scaling law may apply for all these stars, that is that

the mass loss is proportional to the stellar radius squared. If this is true it implies that the mass flux through the stellar photosphere is the same for all these stars. The best known scaling law for mass loss from late type stars is the Reimers law derived from Giants. Although the law is usually formulated in another way, it is not inconsistent with the results obtained by Hearn and Johnson.

6.2.3 Close binaries and neutron stars

6.2.3.1 Massive X-ray binaries and stellar winds (G. Hammerschlag-Hensberge, UvA)

Kaper and Hammerschlag-Hensberge discovered emission lines near He II 1640 Å in IUE spectra of 4U 1700-37 that could not initially be identified. With Takens they interpreted these lines as Raman-scattered versions of lines in the unobservable EUV, near 256Å. This is the first such detection in a star other than the Sun.

6.2.3.2 Low-mass X-ray binaries (Van Paradijs and Van der Klis, UvA)

A considerable part of the research of low-mass X-ray binaries in 1990 was related to the study of "Z" and "atoll" sources. The existence of these two types of bright low-mass X-ray binaries (LMXB) was proposed in 1989 by Van der Klis together with Hasinger (Max Planck Institut, Garching). The difference between the two types could be a different magnetic field strength of the neutron star. If true, this can provide information about the regions in the interior of neutron stars where the magnetic field decay takes place. The work to further define the observational differences between the two types is in full swing. As the orbital periods, i.e., the radii of the companions to the neutron star, appear to differ systematically between the two types, a relation with the binary evolution seems indicated. This has led to an increased interest in determining orbital periods of such systems.

Van Paradijs et al. and Oosterbroek et al. identified two new atoll sources X 2129+11 and 4U 1702-42, with the Ginga and EXOSAT satellites, respectively. Both sources have the expected short orbital period. There are now 6 atoll sources whose orbital period has been measured. Penninx and Augusteijn optically identified the Z source GX 349+2 by detecting H alpha emission in a proposed optical counterpart. This is the third Z source to be optically identified,

and the first in 23 years. The road to measuring the orbital period of this source is now open. Penninx, Van Paradijs and Van der Klis in collaboration with researchers of the Institute of Space and Astronautical Sciences (Tokyo) and MIT (Boston) studied the Z sources GX 340+0 and GX 5-1 and found a very large range of QPO frequencies in the magnetospheric QPO in GX 5-1, allowing for the first time to measure a departure from a linear relation between QPO frequency and X-ray. Van der Klis and Kitamoto (Osaka University) studied the long-term behaviour of GX 5-1 using a three-year dataset obtained with the Ginga All-Sky Monitor. Their results contradict proposed models for the relation between X-ray and accretion rate. Wijers and Schulz (Max Planck Institut, Garching) have nearly completed their study of the relation between X-ray colour-colour diagrams and their X-ray spectra. It is found that a simple X-ray model can represent all spectral states of Z sources. Ultraviolet observations of the Z sources Sco X-1 and Cyg X-2 of Penninx with Vrtilik et al. (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) using IUE show a clear correlation of ultraviolet flux with accretion rate as predicted from QPO models.

Simultaneous radio/X-ray campaigns of the Z source GX 5-1 (Penninx, Van Paradijs and Van der Klis with Tan et al. of MIT) yielded the surprising result that in this source the relation of radio flux with accretion rate seems to be the inverse of what is seen in the other Z sources. The Z source GX 340+0, the atoll source GX 9+9, some Magellanic Cloud sources and the long-period LMXBs 2S 0921-63 and 4U 1624-49 were observed using a variety of radio telescopes including Westerbork. These observations were coordinated by Penninx and Zwartvoed.

Van Paradijs, Penninx and Van der Klis participated with Wood et al. of the Naval Research Laboratory, Washington in a search for the predicted millisecond pulsations in these sources using supercomputers. No pulsations were found, but the upper limits (0.2%) are the best thus far. A similar but much larger project using EXOSAT data was initiated by Van der Klis with Kulkarni and Prince of Caltech. This work will use several supercomputers including the new Dutch Cray YMP-4 of the NCF.

Observations of the atoll source 1820-30 (Penninx, Van Paradijs, Van der Klis with MIT researchers) showed that the orbital period of this system decreases on a time scale of 10^7 year, indicating that

the system is gravitationally accelerated by the globular cluster of which it is a member, or by a third star in the system.

With Murakami (ISAS), Van Paradijs studied a gamma ray burst detected with Ginga in January 1990. Unusual was that this burst showed a 10 sec 2-10 keV X-ray precursor, suggesting that the energy source of the burst must be located in the neutron star interior.

6.2.3.3 Evolution of close binary systems with a compact companion (E.P.J. van den Heuvel, UvA)

The discovery since 1985 of a large number of double and millisecond radio pulsars has made clear that these objects remain observable for more than a billion years. On an informal symposium in Amsterdam (5-8 June 1990) attended by five CHEAF guest professors (Alpar, Lewin, Pethick, Pines and Ruderman) a common conclusion was reached that the magnetic field of a neutronstar does not decay unless accretion takes place (or that its evolution is influenced in some other way by the presence of a companion).

Wijers continued his investigations with Van den Heuvel en Van Paradijs of the formation of binaries with a radio pulsar in an eccentric orbit, leading to insight into the "kick" a neutron star gets when it is born. Wijers and Van Paradijs developed a new method to put upper limits on the number of radio pulsars in globular clusters. Applying this method to existing data, they conclude that the number of pulsars is consistent with the idea that all globular cluster pulsars have massive progenitor stars.

Van Kerkwijk continued his research of the radial velocity curve of Vela X-1 to improve the measurement of the neutron star mass in this system.

Cote, Pols and Waters came to the conclusion that a significant fraction of all B-emission stars may descend from Case B binary evolution. That would imply that many Be-stars must either have a helium star, white white dwarf, or neutron star companion. The latter systems correspond to the well known class of Be/X-ray binaries, whereas the other two possible configurations have as yet not been detected with certainty. As part of this study Cote and Pols have started a simulation of the evolution of open clusters (some of which contain many Be-stars), taking into account the evolution of binary systems. In order to verify their theory they have also star-

ted a program to observe all Be-stars brighter than the 7th magnitude in the optical, infrared and X-ray part of the spectrum. Observations on ROSAT, Calar Alto and ESO have been obtained.

Hogeeven finished a study of the statistical distribution of physical parameters of visual binaries with two publications. His study of the statistics of spectroscopic binaries approaches its completion. It was found that systems with small mass ratios are much more abundant than derived in earlier studies by Lucy and Abt. A more extensive discussion of this work can be found elsewhere in this report (cf. section 6.2.6).

6.2.3.4 Electrostatic Double Layers in Cosmic Plasmas (J. Kuijpers, RUU)

Volwerk and Kuijpers continued their study of the radiation processes in electrostatic double layers in (cosmic) plasmas and the application to astrophysical objects, in particular to the core radiation from pulsars. Particle acceleration in a double layer can lead to very high brightness temperatures comparable to those observed in the radiation from pulsars. In this case the double layers are relativistic. The amplification of the emitted "linear acceleration" radiation is caused by a negative absorption coefficient of the plasma inside the double layer.

In non-relativistic double layers in laboratory plasmas the amplification is caused by an antenna mechanism. Such radiation is expected in directions perpendicular to the electric field in the double layer. Experiments on radiation from laboratory plasma double layers have been started in a cooperation with the Royal Institute of Technology (KTH) in Stockholm. At the Alfvén Laboratory the required equipment is available to make measurements on the radiation emitted by a double layer in a so-called double plasma machine. In November '90 the first measurements were started on weak double layers $e\phi/kT \sim 1$, where ϕ is the potential jump in the double layer. The interpretation of the observed spectra poses many questions which need more experiments to answer them. From the spectra taken at the double layer site it is clear that there is a significant activity near the plasma frequency, which is only apparent in the axial component of the radiation. The polarisation of the emitted radiation corresponds to an electric wave vector of the emitted radiation aligned with the electric field inside the double layer.

6.2.4 Accretion disks

6.2.4.1 Hydrodynamics of accretion discs (G.J. Savonije, UvA)

Heemskerk and Savonije studied the linear stability of non-axisymmetric density perturbations in a differentially rotating gaseous accretion disc with negligible mass (compared to the central star). To this end a numerical code was developed which can solve the set of linearized hydrodynamic equations as an eigenvalue (two point boundary value) problem by means of iterated Runge-Kutta integrations. They took a thin disc with reflecting boundaries as an equilibrium model and studied how the complex frequency of unstable non-axisymmetric modes depended on the angular momentum distribution in the disc.

In the course of 1990 an advanced hydrodynamic code (SADIE) was obtained based on van Leer's flux-splitting concept to treat strong shocks. This code was adapted and extended with the highly optimized procedure to calculate the gravitational potential of a disc.

In collaboration with Papaloizou (London) Heemskerk and Savonije studied the non-linear evolution of small initial density perturbations with $m=1$ symmetry in a thin, self-gravitating gaseous accretion disc. Perturbations with $m=1$ (where m is the azimuthal index) force the central star to leave the center of the disc in order that the system's center of mass remains invariant. In the limit of vanishing central mass the system is known to be dynamically unstable (Maxwell). When the mass of the central object is non-negligible compared to the disc's mass, its displacement generates a density perturbation in the disc, producing a feed-back reaction. For a central mass less than about half the total system mass we found that unstable $m=1$ modes are generated in the disc, with corotation near the disc's outer boundary. This means that such modes have negative energy and angular momentum and grow by transferring angular momentum to the central star, which spirals out from the disc's center on a dynamical timescale. These instabilities may be related to the formation of binary systems during the star formation phase.

6.2.5 Instrumentation

6.2.5.1 Stellar photometry (J.W. Pel, KSW, Roden)

Pel continued the analysis of stellar photometry data obtained with the Walraven five-channel photometer and the 90-cm Dutch Telescope at ESO, La Silla. Together with Trefzger (Astron. Inst. Basel) and Kolkman (student from Groningen) much work was done on the photometry of F-G stars in fields of the Basel halo program. An improved calibration of the various indices of the Walraven photometry in terms of physical parameters (T_{eff} , $\log g$, $[\text{Fe}/\text{H}]$) was made, and the reduction of the data obtained in October-December 1989 was completed. Instead of average reddening corrections per field, as used in the preliminary analysis, individual reddenings have now been derived for each program star from the IRAS 100-micron maps for the three Basel fields. Another important improvement was made in the determination of absolute magnitudes. Instead of adopting main-sequence gravities for all program stars as a first approximation, individual $\log g$ values derived from the photometric (L-U) index have now been used in combination with the new Yale grid of stellar evolution tracks to obtain more reliable absolute magnitudes. Most program stars are indeed dwarfs, but about one fifth of the stars is slightly evolved and gravity effects have to be taken into account for these. As part of the overall calibration of the Walraven VBLUW system, Pel completed a study of systematic effects in the reference systems of four photometric systems. By using the recently completed VBLUW catalogue of 1900 bright calibration stars, and the large overlap of this catalogue with data in the uvby, Stromgren uvby and Geneva systems, a sensitive check on the overall reliability of the visual magnitudes and (blue-visual) colour indices of these four systems could be made. The results of this work were reported at the colloquium "Precision Photometry and Astrophysics of the Galaxy", in Schenectady (NY), 3-5 October. The most important results are: (i) the Walraven VBLUW photometry and the Southern (La Silla) uvby photometry appear to have the best systematic accuracy with regards to "flatness" of their standard star systems over the entire Southern sky, (ii) there are systematic problems in the Geneva photometry, particularly with position- and magnitude-dependent residuals in the Geneva V magnitudes.

In November of this year a period of nearly twelve years uninterrupted observations with the Walraven five-channel photometer

on the 90-cm Dutch Telescope at La Silla came to an end. In the near future the telescope will switch to photometry and imaging with a CCD-system. The photometer will remain available, but only for special programs. After dismounting the photometer, Pel and De Jong made extensive improvements to the support and alignment mechanisms of the telescope mirrors. The modifications allow easier alignment procedures, and also considerably simpler and safer handling of the mirrors during aluminizing.

6.2.5.2 Work at La Palma (J. Tinbergen, KSW, Roden)

The ISIS triple spectrograph on the William Herschel Telescope has been fitted with a module which will allow spectro-polarimetry in most modes of this general-purpose instrument. Tinbergen is Principle Investigator for this project, while the technical work has been carried out by the RGO. On La Palma, ASTRON support astronomer Rutten was the link between P.I. and on-site technical staff. Commissioning of the module has been plagued by instrumental problems, the move of RGO to Cambridge and consequent staff shortages, and the weather. During 1990 the technical functioning of the module was verified and brought approximately up to specification. Observations in April showed that consistent results can be obtained, as long as considerable care is taken to reduce scattered light within ISIS. Observations in December documented the scattered light for analysis by the RGO design staff, instrumental problems and weather preventing actual polarimetry. Observations over Christmas, with 2 different gratings, show instrumental polarization below 0.1 percent and consistent results on HST polarisation standards.

At this time Rutten made polarimetric observations of the nova-like variable RW Tri. An outstanding problem in eclipsing nova-like variables is the often remarkably shallow eclipse of the Balmer lines compared to the continuum light eclipse. A possible solution would be that the Balmer lines radiated by the accretion disk are more strongly scattered in the (asymmetric) wind. This would show up as a higher polarization in the line. The observations however seem to refute this possibility since the polarization in the Balmer lines is equal to that of the continuum light. During February further commissioning is planned; a manual is being completed and several "common users" have used the module to their satisfaction. Reduction software is being adapted from existing packages. The FOS channel remains to be tested and a more complex observing mode may

need to be developed to allow polarimetric use of FOS in the multi-slit mode.

Rutten completed the long-term photometry project on the Jacobus Kapteyn Telescope with 4 weeks observing time in 1990. Well over 100 eclipses of several cataclysmic variable stars (CVs) were recorded with the Multi-Purpose Photometer in 4 passbands simultaneously. So far the eclipse light curves of 6 objects have been reduced and 2-dimensional intensity and temperature maps of the accretion disks were constructed. These maps provide information on the radial temperature profile of the accretion disks as well as on the spatial disk inhomogeneities (e.g. "bright spots") and allow a direct comparison with accretion disk theories. From these first results it becomes clear that CVs with nearly identical binary system parameters can have quite different accretion disks, even amongst the class of the comparatively stable nova-like variables.

An exciting event was the discovery of emission in the line cores of the CaII H and K lines in old red giants in the core of the globular cluster M15. The observations were carried out with the ISIS spectrograph on the William Herschel Telescope on La Palma in cooperation with Murphy (Utrecht), Charles (RGO, La Palma), Callanan (Oxford) and Seitzer (Space Telescope). The Ca II HK line-core emission is very likely indicative of magnetic activity induced by rapid rotation. In order for these old stars to rotate rapidly they have to be members of tidally locked close binaries. This again has implications for the evolution of the globular cluster as a whole. The Ca II line-core emission may well prove to provide an easy observational test for the presence of close binaries in globular clusters. Follow-up observations are planned for 1991.

6.2.6 The mass ratio distribution of binary stars

**Final report on an NFRA supported Ph.D. project
by S.J. Hogeveen.**

Introduction

In binary stars, two stars revolve around each other, due to the gravitational forces that each one exerts on the other. Statistical information about the physical parameters (dimensions, masses, etc.) of the binary stars in our Galaxy, is of interest to our understanding of the formation and evolution of these stars.

By convention, the more massive star in a binary is called the "primary" component, and the less massive one the "secondary" component. Two parameters, of great interest to models of the evolution of binary stars, are the mass ratio $q = M_{\text{sec}} / M_{\text{prim}}$ of the components, and the separation between the components, expressed in the "semi major axis" a of the orbit in which the stars move around each other.

The existing literature about the statistical distributions of these parameters is confusing, particularly concerning the mass ratios. Some authors find that the masses of the binary star components are nearly equal in most cases, yielding $q \approx 1$, while others find that the mass of the secondary is on average much less than that of the primary, and distributed more or less in accordance with the initial mass function for single stars.

In this study, methods to determine the mass ratio distribution from observational material are improved. It is investigated whether the differences in the mass ratio distributions as determined by different groups authors, are due to the existence of physically different groups of binary stars, or due to selection effects that obscure a common underlying distribution from direct observation.

Observational material: catalogues

The observational material from which statistical distributions of binary stars are determined, is provided by catalogues. In this study, mainly three catalogues have been used. They are: *The Washington Double Star Catalogue* (WDS), compiled by Worley and Douglass, and published by the U.S. Naval Observatory in 1984; the *Fourth Catalogue of Orbits of Visual Binary Stars* (OVB), compiled by Worley and Heintz, published by U.S. Naval Observatory in 1983; *The Eighth Catalogue of the Orbital Elements of Spectroscopic Binary Systems* (DAO), compiled Batten, Fletcher and MacCarthy, and published by the Dominion Astrophysical Observatory, Victoria B.C., in 1989.

The WDS contains data for roughly 78,000 visual binary stars, which are considered physical binaries, and not just optical pairs, on statistical grounds. The OVB contains 847 visual binary stars for which orbits have been determined.

The DAO contains, 1,469 spectroscopic binary stars for which orbits have been determined. The catalogue contains 966 single lined spectroscopic binaries, and 503 double lined systems, "Single lined"

and "double lined" refers to the fact that in the spectrum of the binary only the lines of the primary component can be seen (SBI), or that the lines of both components are visible (SBII).

It is from the visual binary stars in the WDS, and from the SBI systems in the DAO, that the mass ratio distribution is found which suggests that the secondary masses are distributed according to the Initial Mass Function of single stars.

From the visual binary stars in the OVB, and from the SBII systems in the DAO, the mass ratio distribution is found to peak strongly at $q \approx 1$.

Modelling selection effects

The mass ratio distributions, as determined from the catalogues, suffer from selection effects. For visual binary stars, there is a minimum angular separation at which two stars of different magnitudes can still be resolved. For spectroscopic binary stars, there is a lower limit to the radial velocities that can be detected.

In order to study the selection effects, a computer program was developed. This program generated synthetic populations of binary stars, allowing the researcher to control the distributions of the various physical binary star parameters. The synthetic populations of binary stars were then "observed" as visual or spectroscopic binaries by other parts of the program, in which the selection effects were modelled.

For visual binaries from the WDS and for the SBI systems in the DAO, it was possible to model the selection effects in a straightforward manner, and to reproduce the observed mass ratio distributions from physically acceptable "generated" distributions of binary star parameters. These generated distributions must be regarded as best estimates of the real distributions of binary star parameters.

For both WDS and SBI systems the real mass ratio distribution agrees with a distribution of secondary masses according to the Initial Mass Function (IMF) of single stars. For WDS systems it is, due to the selection effects, not possible to investigate the behaviour of the mass ratio distribution for values below $q=0.35$. Down to what q -value the distribution follows the IMF can only be determined indirectly, from estimates of the occurrence of binaries among stars in general.

For the SBI systems, the q -distribution departs from an IMF behaviour for values of $q < 0.25$. However, the selection effects for SBI

systems would allow the detection of small q systems. We must therefore accept the turnover at $q \approx 0.25$ as real. The investigations into the selection effects do not allow us to distinguish between a real mass ratio distribution that remains flat for $q < 0.25$, or one that decreases again.

Biased sampling

The mass ratio distributions determined from the visual binaries with known orbits in the OVB, and from the double lined spectroscopic binaries in the DAO, strongly peak at $q \approx 1$.

To determine an orbit of a visual binary, one actually has to observe the motion of the stars around each other. To see this happen within a reasonable period of time, i.e. generally within the lifetime of the observer, the stars must be fairly close to each other, which means that their angular separation must be small. In order to resolve the binary, the components must be of nearly equal magnitude.

To observe the lines of both components of a spectroscopic binary star in the spectrum of the system, the magnitudes of the components cannot differ by too much.

THE MASS RATIO DISTRIBUTION OF BINARY STARS

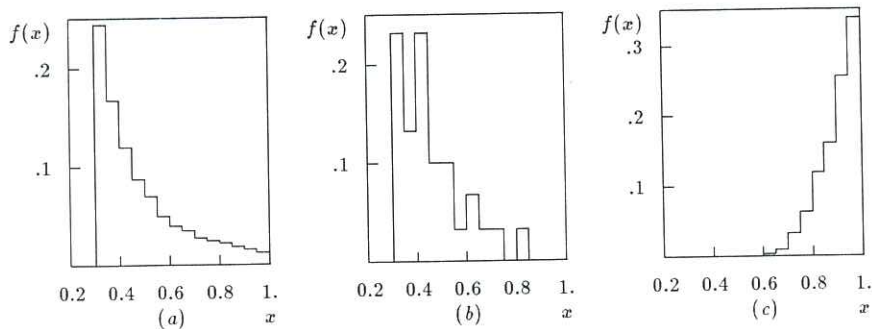


Figure 6.2.1

(a) Distribution of parent population ($N = 30,000$ elements; $f(x)$ is fraction of elements with value x in interval wx). (b) Arbitrary sub-sample of $n = N/N = 30$ elements. (c) Sample of 1,000 elements, selected as the element with its value closest to $x=1$ from each sub-sample.

So, for both OVB and SBII systems, we may expect a bias towards systems of equal magnitudes. By means of a model, it was investigated what the effect biased sampling this on the observed mass ration distribution, given an IMF distribution for the observed population of binary stars. Figure 6.2.1 shows the result for a population of 30,000 stars, from which 1,000 were selected with a certain bias.

Provided the model used to mimick the biased sampling is correct, this exercise serves to show that the mass ratio distributions of OVB and SBII systems is not necessarily incompatible with the IMF distribution of secondary masses found for the WDS and SBI systems.

Detection limited vs. magnitude limited samples

Samples of binary stars are often called "magnitude limited" samples. There are, however, two kinds of magnitude limited samples: (i) those that are detection limited, and (ii) those that are selected from a larger sample by setting an arbitrary magnitude limit, smaller than the detection limit of the larger sample.

In this study, it is assumed that, in order to observe an OVB system, as well as to observe an SBII system, the intensity of the light of both components has to exceed a certain threshold (the detection limit). This means that, at the detection limit, only stars of equal luminosity can be observed. Assuming a Main Sequence mass-luminosity relation, this means that the components should also be of equal mass, yielding $q=1$ for the system.

When the same star is closer to the observer, it will appear brighter. Still, a companion of a luminosity that corresponds to the detection limit may be detected. Again assuming a Main Sequence mass-luminosity relation, this implies that systems with mass ratios $q<1$ may be observed.

Assuming a homogeneous distribution of stars in space, there are more stars on the surface of a sphere with radius R , corresponding to the detection limit, then there are on the surface of a sphere with radius $r<R$. So, in a detection limited sample, more binaries will be detected with $q=1$, than with an arbitrary $q<1$.

In a magnitude limited sample, all systems with $q'<q<1$ will be detected, q' depending on how much the arbitrary magnitude limit is less than the detection limit. Figure 6.2.2 shows the mass ratio distribution of the sample of SBII systems with magnitudes $m<5^m$.

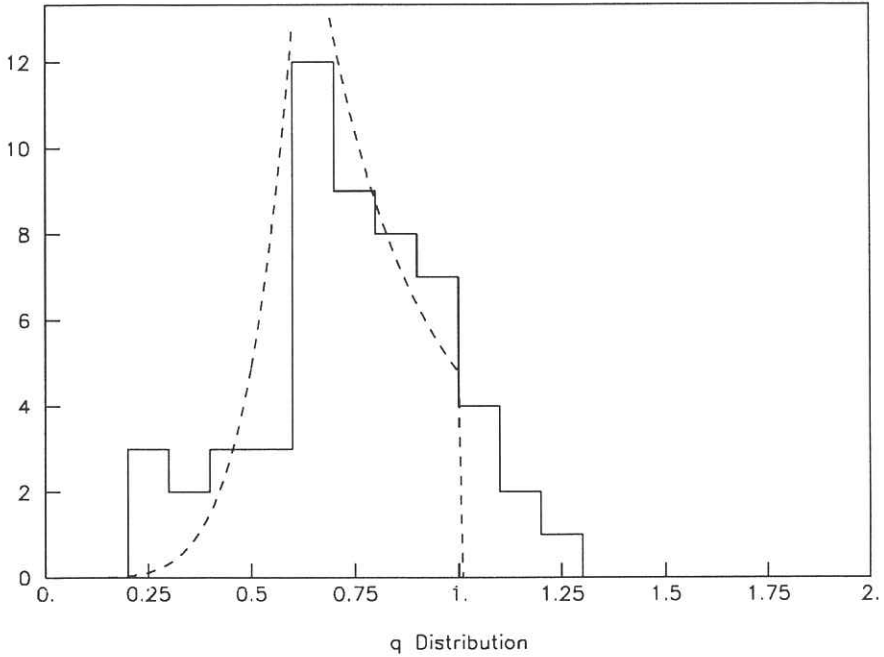


Figure 6.2.2

Mass ratio distribution of SBII systems with primary magnitudes $m_{\text{prim}} \leq 5^m$. (solid line). Dashed line: predicted q -distribution for a magnitude limited sample (see test). Here $q'=0.69$.

Superimposed on the sample is the predicted q -distribution for a sample with a magnitude limit 2 less than the detection limit.

Conclusions

Investigation of the mass ratio distributions of different observational classes of binary stars, and the selection effects that affect those distributions, shows that for $0.25 < q < 1$ the masses of the secondary components of the binary stars in the Galaxy are distributed according to the Initial Mass Function for single stars. The semi major axes are distributed proportional to $1/a$.

The results are, within the statistical uncertainties determined by the sizes of the samples, independent of the masses of the primary components.

Publications

Hogeveen, S.J., 1990, *Astrophys. Space Sci.* **173**, 315.

Hogeveen, S.J. 1990, in C. Jaschek and F. Murtagh, Ed(s). "Errors, Bias, and Uncertainties in Astronomy", Cambridge University Press, pp. 347-350.

6.2.7 The dynamics of the winds of cool giants and supergiants

**Final report on an NFRA supported Ph.D. project,
by F.P. Pijpers**

Mass Loss

A stationary model for the wind of asymptotic giant branch stars, driven by acoustic waves has been developed (Pijpers and Hearn, 1989). Through an averaging procedure originated by Bretherton (1970), the effect of the sound waves on the flow can, in a linear approximation, be expressed in the form of a divergence of a pressure tensor as an extra term in the equation of motion. This greatly facilitates the solution of the equation of motion for the gas in such a stellar wind.

Numerical calculations have been carried out to determine the structure of the stellar wind for a yellow supergiant (Pijpers and Hearn, 1989), for a grid of AGB stars, with masses ranging from 0.75 to 3.0 $M_{\odot}$ (Pijpers and Habing, 1989), and for the red supergiant VX Sgr₇ (Pijpers, 1990). In most cases mass loss rates of the order of $10^{-7} M_{\odot}/\text{yr}$ to $10^{-4} M_{\odot}/\text{yr}$ can be obtained in a slowly accelerating wind. The final velocity of the wind is generally of the order of some tens of kilometers per second. It is clear that the winds of stars on the asymptotic branch can be represented quite well by this simple model.

In 1958 Parker suggested that an extended stellar corona cannot remain static and will drive a mass loss from the star, accelerating it to supersonic velocities. Since that first theory of continuous mass loss, several other mechanisms have been proposed in response to the early observations with the IUE ultraviolet satellite by Linski and Haisch (1979) of mass loss from late type stars which apparently do not have a corona. Observations at infrared and radio wavelengths of late-type variable stars on the asymptotic giant branch (AGB)

have made it clear that these stars undergo a considerable mass loss, ranging from $10^{-7} M_{\odot}/\text{yr}$ in the Mira phase up to $10^{-4} M_{\odot}/\text{yr}$ at the top of the AGB (Hagen, 1978; Reimers, 1981; Iben and Renzini, 1983; Van der Veen, 1989). The infrared spectra of these stars, measured by the IRAS satellite in the wavelength range from $10 \mu\text{m}$ to $100 \mu\text{m}$, show that substantial amounts of dust form in the wind. The velocity of the wind can be measured accurately in the 1612 MHz maser lines of those AGB stars that have OH-maser activity, which originates several hundred stellar radii from the photosphere in the dusty part of the stellar wind. These measurements show that the wind accelerates slowly to a final velocity that is generally much less than the escape velocity at the stellar surface (Reimers, 1981; Herman and Habing, 1985).

The presence of dust in the wind of AGB stars has led to the suggestion that the stellar wind may be driven by radiative forces on the dust. Kwok (1975) was the first to calculate a dynamical model for such a wind. The difficulty is that for most of the stars in question the dust apparently can only form at a distance of several stellar radii from the star. Therefore another mechanism is necessary to bring the gas up to a level where the dust can form. Bowen (1988) has shown that radial pulsations can extend the atmosphere and that mass loss rates in agreement with the observations for Mira stars can be obtained if the dust forms at 2 stellar radii. The mass loss rate decreases exponentially with the distance at which the dust forms (Wood, 1990). Since dust will not condense at temperatures higher than 1500 K (Gail and Sedlmayr, 1988), the dust can only form at a distance of several stellar radii. Whether or not the dust can form close enough to the star remains an unanswered question.

As an alternative approach to this problem, a theory of mass loss driven by sound waves has been developed by Pijpers and Hearn (1989). It is assumed that the wavelength of the sound waves is small compared to the density scale height of the wind, which is typically a stellar radius. This means that for AGB stars the wave period is less than ~ 10 d as opposed to 100 - 700 d for the periods for radial pulsations observed in Miras and up to 2000 d for OH/IR stars (Feast, 1981; Herman and Habing, 1985). The idea of a stellar wind driven by sound waves was rejected by Hartmann and MacGregor (1980) on the grounds that in a hydrostatic stellar atmosphere the dissipation length is comparable to the photospheric density scale

height, which is a few percent of a stellar radius for late type stars. In a stellar wind the density scale height is about one stellar radius. The dissipation length of the waves scales with the density scale height and sound waves with a dissipation length of one stellar radius can effectively drive a stellar wind. A stellar wind driven by sound waves has a much lower final velocity than a wind driven by Alfvén waves. This is explained by the Alfvén speed being much higher than the sound speed in the stellar wind models in question. The final velocity of the sound wave driven wind is not sensitive to the dissipation length as it is for Alfvén wave driven winds.

Sound waves may play an important role in driving mass-loss all stars experiencing some form of acoustic wave motion at their surface, such as nonradial pulsation. It has been shown that a slow and massive wind can be formed if the initial mechanical flux of sound waves is of the order of a few percent of the radiative energy flux (Pijpers & Habing, 1989). If the initial mechanical flux is small the resulting solution is very similar to the Parker wind. For a dissipation length of the sound waves less than a certain value a high-velocity solution yielding a large mass-loss, and a low-velocity solution are obtained. The latter is generally very similar to the Parker wind with a negligible mass-loss. The mass-loss rates behave approximately linearly as a function of the mechanical flux. Specific to the mechanism of sound wave drive winds is that for a more extended star the acceleration of the gas becomes smaller which implies a relatively flat velocity profile. This means that cool giants and supergiants will favour a slow, dense wind.

There is some evidence that the mass loss rate steadily increases as a star evolves up the AGB. The more evolved stars generally have a larger atmospheric density scale height and therefore show a higher mass-loss rate for a similar mechanical flux.

Bowen's model (1988) which combines radial pulsation and radiation forces on dust to drive the wind is very attractive for Miras because their pulsation has a very large amplitude and is very effective in increasing the atmospheric density scale height. For supergiants it is less attractive because the pulsation of supergiants is generally much less regular and of a smaller amplitude.

Recently the velocity of the outflow from the supergiant VX Sgr (Chapman and Cohen, 1986) at various distances from the star has been measured with such an accuracy that it becomes feasible and

useful to fit a model stellar wind to the data. VX Sgr is one of the most luminous stars known and has an extremely high mass loss rate. The circumstellar envelope is a strong source of SiO, OH and H₂O maser emission.

Masing molecules such as SiO, OH and H₂O provide an excellent probe for the outflow velocity because the intrinsic line widths are very small. A combination of a high resolution radio image of the stellar envelope with measurement of the Doppler shift of all the maser line emission features in that image can yield much useful information on the velocity profile, and therefore clues to the accelerating mechanism.

The wind of VX Sgr is a slowly accelerating wind: matter is still being accelerated beyond 10 stellar radii. Furthermore the wind has a final velocity that is about half the escape velocity from the surface of the star. The mass loss rate of between 10^{-5} and a few times $10^{-4} M_{\odot}/\text{yr}$ can be explained by the linearized theory of a stellar wind driven by short period sound waves either with or without the inclusion of the radiation forces on dust formed in the wind. The observations are not sufficient to give a uniquely defined model. Independent measurements of the density in the stellar wind or of the sound wave amplitude are necessary to constrain the interpretation further. The latter may perhaps be obtained from a series of interferometric measurements of the maser lines at time intervals less than the period of the sound waves.

Pulsation

There are serious problems in constructing models of stellar pulsation in cool giant stars (long period variables) and in supergiants. These and other problems were recently discussed by Wood (1990), and can be summarized as follows:

- 1) The observed values of the pulsation constant Q do not match theoretical Q -values very well either for the fundamental or first overtone pulsation.
- 2) The growth rate of the fundamental mode is too large, and it has to be reduced artificially to produce stably pulsating models.
- 3) In some long period variables subharmonics are present that have longer periods than the fundamental mode.

The problems may arise because in the classical models the outer boundary of the stellar models is assumed to perfectly reflect the

pulsation. In cool giant stars the very large scale heights, connected to the large mass loss rates of these stars, allow the waves to be transmitted rather than reflected. It can be shown quite easily that the excess energy in the pulsation can be carried to infinity with waves that have a velocity amplitude at the base of the wind which is less than the speed of sound, or with shocks that have amplitudes only a little larger than the speed of sound.

Long period variables lie at the extreme red edge of the HR diagram at high luminosities. Consequently the radii of these low mass stars are very large and their photospheric pressure scale height is much larger than for most other stars. In addition the density scale height in the outer layers of long period variables is considerably increased over its hydrostatic value because these stars undergo a large mass loss. A wave passing through a homogeneous atmosphere does not suffer any reflection, whereas a wave encountering a steep pressure gradient will be reflected. Cool giant stars, which have very large pressure scale heights, are the most likely candidates for finding a transition between these two extremes. This suggests that the photospheres of these stars do not reflect the waves in the pulsation and that these stars are not closed cavity resonators.

Since the stellar winds are expanding the usual formulation of pulsation superposed on a background in hydrostatic equilibrium has to be extended to a dynamic background. A criterion has been derived to determine when the dynamic background must be included in the calculation.

The usual definition of the stellar surface uses the optical depth of the atmosphere. From levels at higher optical depths, which is deeper inside the star, no information reaches the observer. From the hydrodynamical point of view this is not the appropriate point to apply a boundary condition for the pulsation because sound waves carry information freely across this boundary. The stellar surface interacts very little with incoming and outgoing sound waves. The sonic point of the wind is now a boundary for information carried by sound waves even though in the fluid frame of the stellar wind the sonic point has not particular significance. Outgoing waves will simply pass through the sonic point. However, incoming sound waves will never reach the sonic point.

This provides the boundary condition to be applied for pulsation in the linear approximation in a star with a stellar wind. The pulsational wave must be a purely outgoing imation in a star with a stellar wind. The pulsational wave must be a purely outgoing sound wave at the sonic point of the wind.

For stars with a significant mass loss the new boundary conditions give rise to a new class of wave modes, consisting of damped, radially expanding waves. These waves can transfer the excess energy into the wind where it can be dissipated through radiative shocks. The Q -values belonging to these modes are different from the classical Q -values and may explain the discrepancy between observations and classical pulsation theory. The mass loss rate will act as a governing parameter for the eigenfrequencies and therefore for the pulsation constant Q .

It is suggested that Miras, semi regular variables and irregular cool giant variables are not fundamentally different stars. The pulsation properties of these classes differ because in a non-linear theory the interaction between the mass loss and the pulsation can induce chaos in the star.

Although the model by Pijpers and Hearn (1989) can explain many of the aspects of the stellar wind of AGB stars, the variation with time is entirely lost. The averaging procedure used to derive the wave pressure tensor is a linearized treatment of the waves. Terms of second order and higher in the wave energy density are ignored. Non-linear effects can only be modelled using time dependent hydrodynamical techniques.

Time dependent hydrodynamical simulations of waves in the extended atmosphere of a cool giant are still in progress. From this work it is clear that radiative processes dominate the hydrodynamics and an accurate treatment of the heating and cooling is essential for modelling the dynamics of the atmospheres of cool giants and supergiants. Calculations of model spectra by Bessel et al. (1989) have shown that the temperature structure of the shocks in Bowen's simulations (1988) is still rather poorly modelled. Model spectra of Miras constructed from the temperature and density of the hydrodynamical simulations do not resemble the observed spectra of Mira variables.

The time scale for the stellar atmosphere is also dominated by radiative effects. This causes an upper limit to the time step in the implicit hydrodynamical code of about 100 s. This means that

simulations of cool giants that take on the order of 10^8 s are very costly in computing time. Progress in this field probably depends on judicious combination of various analytical and numerical techniques.

The interaction of short period waves and large amplitude, long period shocks has been investigated analytically. It is shown that the shocks amplify the short period waves. This may have consequences for the hydrodynamical modelling of pulsation and sound wave driven mass loss in Miras. With the aid of this result it may be possible to include subgrid motions in hydrodynamical codes in a consistent manner.

References

- Bessel, M.S., Brett, J.M., Scholz, M., Wood, P.R.: 1989, *Astron. Astrophys.*, **213**, 209.
- Bowen, G.H.: 1988, *Astrophys. J.*, **329**, 299.
- Bretherton, F.P.: 1970, *Lect. in Appl. Math. (Am. Math. Soc.)* **13**, 61.
- Chapman, J.M., Cohen, R.J.: 1986, *M.N.R.A.S.*, **220**, 513.
- Feast, M.W.: 1981, *Physical Processes in Red Giants*, Eds. I. Iben Jr. & A. Renzini, Reidel, Dordrecht, 193.
- Gail, H.-P., Sedlmayr, E.: 1988, *Astron. Astrophys.*, **206**, 153.
- Hagen, W.: 1978, *Astrophys. J. Suppl.*, **38**, 1.
- Hartmann, L., MacGregor, K.B.: 1980, *Astrophys. J.*, **242**, 260.
- Herman, J., Habing, H.J.: 1985, *Physics Reports*, Vol. 124, No. 4, 255.
- Iben, I., Renzini, A.: 1983, *Ann. Rev. A.A.*, **21**, 271.
- Kwok, S.: 1975, *Astrophys. J.*, **198**, 583.
- Linsky, J.L., Haisch, B.M.: 1979, *Astrophys. J.*, **229**, 427.
- Parker, E.N.: 1958, *Astrophys. J.*, **128**, 664.
- Pijpers, F.P.: 1990, *Astron. Astrophys.*, **238**, 256.
- Pijpers, F.P., Habing, H.J.: 1989, *Astron. Astrophys.*, **215**, 334.
- Pijpers, F.P., Hearn, A.G.: 1989, *Astron. Astrophys.*, **209**, 198.
- Reimers, D.: 1981, *Physical Processes in Red Giants*, eds. I. Iben Jr. & A. Renzini, Reidel, Dordrecht, 269.
- Van der Veen, W.E.C.J.: 1989, *Astron. Astrophys.*, **210**, 127.
- Wood, P.R.: 1990, *Astron. Soc. Pacif. conf. ser.* **11**, *Confrontation between stellar pulsation and evolution*, Bologna, Italy, eds. C. Cacciari, G. Clementini, 355.

6.3 Highlights of research on Interstellar Matter

Edited by P.R. Wesselius

6.3.1 Diffuse Interstellar Medium

6.3.1.1 Anomalous Kinematics of Interstellar Cirrus

Burton and Bania (Boston University) initiated a study of the spatial and kinematic structure in a number of cirrus clouds by mapping the HI distribution in selected parts of the clouds using the Arecibo telescope. Previous work by Deul and Burton had indicated that cirrus commonly corresponds with HI gas at anomalous velocities, some 20 or even 40 km/s different from what would be expected from a quiescent medium; but the coarse resolution studies of the previous work could not probe this characteristic in detail.

The Arecibo data confirm the anomalous nature of the kinematics. The HI-cirrus may be a population of low-density interstellar clouds whose anomalous kinematics are due to shocks. The data reveal, in addition, an amount of spatial structure unprecedented in single-dish HI emission observations. Earlier high-resolution single-dish maps have been largely confined to lower latitudes; evidently the blending over long lines of sights which blurs such observations is not a problem in the data taken in the direction of the high-latitude cirrus. The data will be used to derive length scales and spatial filling factors for these clouds.

6.3.1.2 Progress on the Dwingeloo All-Sky HI Survey

The Dwingeloo 25-m telescope continues to be used by Hartmann and Burton for the new all-sky survey of Galactic HI. The 1024-channel autocorrelator spectrometer promises data of quality so much improved over what is currently available that a number of important problems regarding the interstellar gas in the Milky Way may be addressed.

Technical problems with the autocorrelator as well as problems with some of the on-line data-acquisition software resulted in a delay of more than a year and a half before a functioning system was available, in the late spring of 1990, for more or less routine observing. The status of the survey as of December 1990 is that some 30 percent of the sky visible from Dwingeloo has been observed. An

analysis of the stability of the system based on repeated observations of standard fields was completed, and indicated that the receiver and the telescope system in its entirety are very stable.

When completed later in 1991, the new data observed from Dwingeloo will cover the entire sky north of -30 degrees declination, with an angular resolution of 0.5 degrees. Observing at a bandwidth of 5 MHz, the velocity range is 1000 km/s, centred at $v_{\text{LSR}} = 0$ km/s, with a kinematic resolution of 1 km/s. The southern sky will be similarly observed using the 100 -foot telescope of the Argentine Institute of Radio Astronomy. The data are corrected for the contribution of stray radiation at the University of Bonn. The Argentine aspects of the project are being led by Bajaja; the Bonn aspects by Kalberla and Mebold.

The completed material will be used for a range of investigations of the morphological interrelationships of gas, dust and galactic reddening. In particular, Hartmann and Burton will attempt to verify the reported zero-point offset in the gas/dust relationship, will study the variation across the Galaxy of this relationship, and will attempt a separation in depth between the local medium and the medium in the warped portion of the outer Galaxy. Selected limited regions of the sky are currently being observed with higher priority for specific purposes.

A 15×15 degrees square region at high galactic latitude is being compared with CO measurements and IRAS sky flux maps in collaboration with De'sert (Paris). A region of 20×10 degrees near the galactic equator is being analyzed in terms of a model of expanding HI shells together with Palous (Prague). Tang Yuan, currently visiting Leiden from Purple Mountain Observatory for a one-year period, is analyzing the HI data taken in an area of 20×20 degrees at intermediate galactic latitude, chosen because of its intense infrared emission; again, the HI gas associated with the dust cirrus emission has an anomalous kinematic signature.

6.3.1.3 Gas Collisions in the Local ISM

In the continuing study of collision of HI clouds with the local ISM, a region was observed where both low velocity and intermediate negative velocity gas is present, with the Lovell telescope at Jodrell Bank, UK. Eight scans at equal galactic longitude were made, around 145 and 42 degrees. The data show that the two HI complexes found, exhibit substructure on all scales. Contrary to previous

results however, there is hardly any correlation with the $100\ \mu\text{m}$ dust emission. This may be due to the low spatial resolution of the HI data ($10''$).

6.3.1.4 Structure of Translucent High Latitude Clouds

Van Dishoeck continued her investigations of the physical and chemical structure of translucent and high latitude clouds. These clouds have visual extinctions in the range $A_V=2-5$ mag, and are of interest because they bridge the gap between the classical diffuse clouds (A_V is about 1 mag) and the classical dense clouds ($A_V > 10$ mag). They have the advantage that they can be studied by both millimeter emission line observations and optical absorption line techniques, provided that there is a bright background star located fortuitously behind the cloud. An excellent example of such a case is provided by the high latitude cloud toward the star HD 210121, which she studied in detail in collaboration with De Vries (Laboratory for Space Research), Gredel (ESO & Koln), and Black (Steward Observatory).

Figure 6.3.1 shows the CO $J=1-0$ map of this cloud obtained with the SEST telescope; at $45''$ spacing, it is the highest resolution map obtained so far for a high latitude cloud. The CO map shows considerable small scale structure, which has been interpreted in terms of small variations in physical conditions and/or total column density. The optical absorption lines of CH, CH^+ , CN and C_2 toward the star provide independent constraints on these parameters, against which the millimeter data can be calibrated. On the whole, the cloud appears to be very quiescent, and shows no evidence for strong density variations from position to position, in contrast with suggestions in the literature for other high latitude clouds.

6.3.1.5 Excitation and Photodissociation of Interstellar Molecules

In collaboration with Black (Steward Observatory), Van Dishoeck re-analysed the excitation of interstellar CN in diffuse and translucent molecular clouds. In such clouds of relatively high fractional ionization ($n(e)/n(\text{H}_2) > 10^{-5}$), the rotational excitation of CN is controlled by a competition among electron impact, neutral impact, and the interaction with the cosmic background radiation. Now that the COBE satellite has firmly established that the background

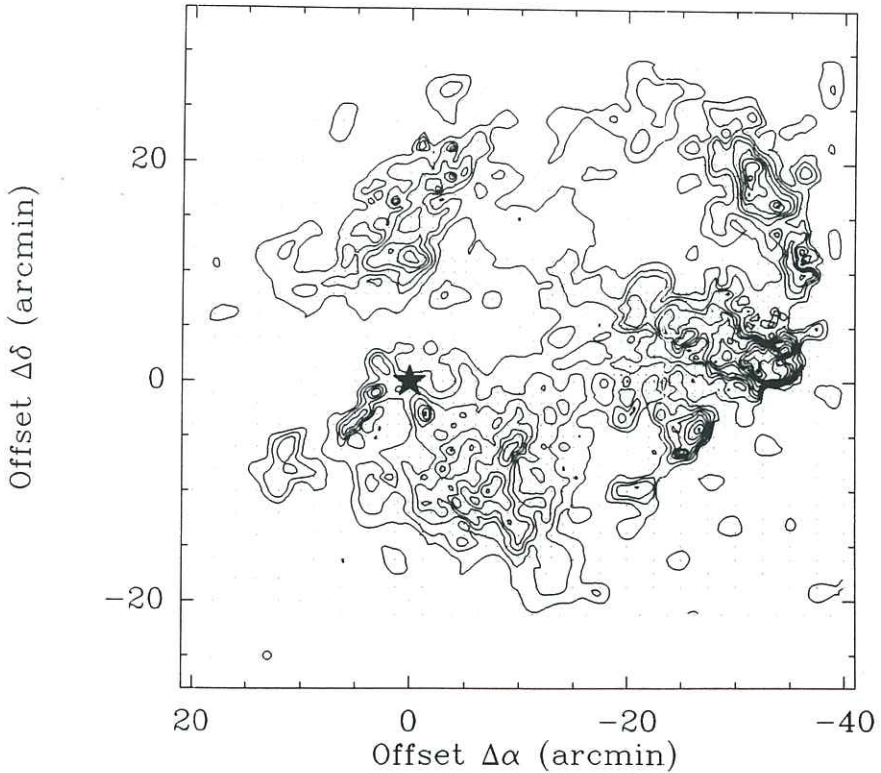


Figure 6.3.1

Map of the peak $T^*_{12}\text{CO } J=1-0$ emission of the high latitude molecular cloud toward the star HD 210121, obtained with SEST by Gredel, Van Dishoeck, De Vries and Black. The position of HD 210121 is indicated by the star. The lowest contour is $T^*_A = 1$ K, and the increment between subsequent contours is 0.5 K.

has a blackbody spectrum at $T_{bg} = 2.735$ K, the data on CN can be used confidently to measure the excitation in excess of T_{bg} . From the available accurate optical absorption and millimeter emission line data for these clouds, electron densities $n(e)$ of about $0.02\text{--}0.5\text{ cm}^{-3}$ have been derived, which imply modest neutral densities in the range $300\text{--}3000\text{ cm}^{-3}$ on scales varying from $0.001''$ to $60''$.

6.3.1.6 Diffuse Interstellar Bands

Jenniskens and De'sert observed the diffuse interstellar bands near 5780 and 6240 Å using the 1.52-m telescope of the Observatoire de Haute Provence (France), in order to verify a trend found from literature data between the behaviour of bump width and the normalised strength of diffuse bands. Diffuse bands tend to be weak in lines of sight, where the bump is broad. It was confirmed that this is a general property of diffuse bands, most likely an environmental effect by which local density, UV radiation field, abundance or cloud history affect both the bump absorbers and the diffuse band absorbers.

6.3.1.7 Nature of Interstellar Dust

Jenniskens and De'sert continued their search for the relationship between extinction in the ultraviolet and mid infrared emission due to very small grains ($a \ll 0.01 \mu\text{m}$) or big molecules. Comparing emission and extinction is not straightforward. Matter seen in emission may not be due to the dust responsible for the observed extinction (line of sight problem). Moreover, contrary to extinction emission is sensitive to the nature of the local radiation field. A relationship might be expected, however, in areas with local heating (reflection nebulae and compact HII regions), where $0.3 > f_{60}/f_{100} > 0.8$, because there the abundance of 12 micrometer emitters is much less than elsewhere in diffuse and translucent clouds (e.g. ξ Per). Such an abundance decrease should show up in the UV extinction curve.

Jenniskens and De'sert have found that the 2175 Å bump absorption seems to be less in such areas, and not one of the other components of the UV extinction curve that could be due to such very small grains: the linear rise and the far UV nonlinear rise. This observation favours models where the proposed bump absorbers are of organic origin and emit at mid-infrared wavelengths.

Baas, Lacey and Erickson (UCB), using Lacy's high resolution echelle spectrometer on the IRTF, detected solid CH_4 on interstellar dust particles. The HCO radical, which should be present with high abundance, was not found.

6.3.1.8 Blowing Up W50

Icke applied the hydrocode he developed for the anisotropic evolution of planetary nebulae to the problem of the interaction

between the jets of SS433 and the surrounding interstellar medium. Far from the precessing jet source, one may approximate the flow as taking place in two antiparallel hollow cones. Starting from such initial conditions, Icke investigated whether the typical "lemon" shape of the surrounding source W50 can be reproduced. Icke's earlier analytical work on this problem predicted that it could not, and this prediction was substantiated. This confirms the conclusion that somewhere down the road, the SS433 jets must mix and become a solidly filled outflow.

6.3.1.9 Small Scale Polarization Structures in the Galactic Medium

Some years ago, unusual structures were found in the polarization maps of a field centered at RA = 6h 45m and Dec = 45°, observed with the Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) at 327 MHz (92 cm). There is diffuse polarization in "clouds", which is also seen in other fields, but this field shows a large filament. Wieringa and Jansen have looked at these structures in more detail. They constructed a model, describing the observed effects as the result of Faraday rotation in the interstellar medium. From the model, they hope to be able to find values for the physical parameters involved.

The observed polarized intensity ranges to as much as 5 K in brightness temperature, whereas in the total (unpolarized) intensity map, the diffuse emission is only 1 K, giving a polarization percentage > 100 percent. This indicates that the matter causing the structures does not itself emit the observed radiation, as otherwise it should have been visible in total intensity maps.

Since large scale, smooth structures (> 1.5 degrees) cannot be observed (because of the missing short spacings in the u-v coverage) it is possible that there is an almost uniform background of partially polarized radiation. What is seen is thus the difference in polarized intensity with respect to that uniform background. The background has been observed by others (Beuerman e.a., Spoelstra, Berkhuijsen). It was found from single dish observations that the large scale polarization of this emission is 10 to 20 percent with a total brightness-temperature estimated to be about 50 K (Haslam, Berkhuijsen). The polarized brightness-temperature could thus be up to 10 K. In that case, the polarization of this background radiation will be changed by the interstellar medium, according to the mechanism of Faraday rotation by the ionized gas between the emission

region and the sun. The bright polarized filament can then be explained by a concentration of ionized gas around magnetic field lines. More diffuse structures could correspond to clouds of a few pc radius in the local interstellar medium, with magnetic fields "frozen" in.

Attempts to detect the clouds responsible for the Faraday rotation, by comparing the polarized structures and HI maps from the Heiles & Habing survey, did not lead to definite results, due to insufficient resolution. IRAS maps also show little correlation with the structures at radio wavelengths. Numerical simulations suggest that it is possible to create polarized structures quite like the ones observed. The individual clouds are not clearly seen in the simulated map. This might explain the lack of correlation between IRAS data and polarization maps.

Jansen and Wieringa conclude that the frequency baseline of about 3 MHz is not enough to obtain quantitative results about the physical parameters involved in the process. They can only derive upper limits for the rotation measure, being at most 6 rad m^{-2} .

6.3.1.10 Diffuse Galactic Gamma Rays and Cosmic Rays

Bloemen and Dogiel, Dorman and Ptuskin (Lebedev Physical Institute, Moscow) studied the role of Galactic winds on the transport of cosmic-ray particles. A variety of theoretical and observational studies has shown that the gaseous, magnetic field, and cosmic-ray components of the interstellar medium in spiral galaxies can extend far beyond the disk into halo-type distributions. The physical relation between disk and halo, however, is still poorly understood, not in the least for the cosmic-ray component. Analytical solutions were derived of the cosmic-ray transport equation, including convective transport in a wind, and set constraints on the model parameters from observations of cosmic rays near Earth and gamma-ray observations of the Galaxy. Bloemen, Duric (Albuquerque), and Vos are extending this work to other galaxies, using radio-synchrotron observations of cosmic-ray electrons.

6.3.1.11 Extinction Towards and Inside the Magellanic Clouds

Based on Schwering's thesis work, Israel and Schwering (now at TNO, The Hague) used the IRAS database and literature HI data to study the Galactic extinction towards the Magellanic Clouds, and the

consequences for the interpretation of Magellanic Cloud extinction law determinations. They found that especially towards the LMC the foreground extinction is not constant, but ranges from $E(B-V) = 0.05$ to 0.17 mag. This extinction is probably even more strongly variable on scales smaller than the 48 arcmin resolution limit of the HI data. Towards the LMC, lowest extinction is in front of the 30 Doradus complex ($E(B-V) = 0.07$ mag) and the North ($E(B-V) = 0.10$ mag) and highest towards the South ($E(B-V) = 0.13 - 0.17$ mag).

Using the new foreground values, a re-evaluation of literature studies shows that the difference between the average LMC and 30 Doradus extinction curves is much less than previously assumed, and the 30 Doradus extinction curve is less extreme. Towards the SMC, the foreground reddening is less variable ($E(B-V) = 0.07 - 0.09$ mag).

6.3.1.12 Extinction and IR Emission of Dust in Galaxies

Van den Hoek investigated how the dust / gas ratio in a galaxy evolves with time by linking the formation of dust and the chemical evolution of gas. The model results were fit to the observed dust / gas ratio and the "age-metallicity" relation in the disk of the Milky Way and in the Magellanic Clouds. The results are very interesting.

Several formation processes (condensation in cool stellar winds, in supernova explosions, and in molecular clouds) and destruction processes (during star formation and in supernova-generated shock fronts) have to be taken into account in order to reproduce the observations. Supernova explosions are more important for formation and destruction of dust than believed before.

6.3.2 Supernova Remnants

Oudmaijer, de Bruyn, and Van der Hulst studied the radio light curves of several supernovae. A few extragalactic supernovae show radio emission. Several models to explain the radio features of these supernovae have been developed in the recent past.

A numerical simulation was made of the so called ejecta model developed by Chevalier. Such numerical solutions provide a better understanding of how the model depends on the parameters involved. Furthermore, a prediction of the radio structure can be calculated, which can be directly compared with present and future VLBI images.

The observed lightcurves fit reasonably well with the model. The second brightest radio supernovae so far, SN 1979c in M100, shows a significant "dip" in the light curve after a steep rise in flux density. An explanation for this feature has been provided. It concerns a sudden formation of filaments of the stellar ejecta, allowing radiation from the back end of the supernovae remnant to escape to the observer. A second turn-up in the light curve will result from that.

Barthel et al. try to calculate the Hubble constant combining measured expansion velocities of the stellar ejecta, and determinations of the changes in angular diameter of Radio Supernovae as measured with VLBI. The calculated radio structures will be of importance interpreting the observed visibilities.

6.3.3 Star Formation

6.3.3.1 Submillimetre Observations of Star Forming Regions

Baas completed maps of the southern star formation region NGC 6334, using the JCMT at continuum wavelengths of 1.3, 1.1, 0.8, 0.45 and 0.35 mm. In this HII region complex, star formation appears to take place sequentially; sources are seen in different evolutionary stages. Baas found two new sources, probably very young objects. A second molecular cloud, associated with the star forming region NGC 7538 has also been mapped at 1.1, 0.8 and 0.45 mm. Raw data clearly show spectacular outflows.

6.3.3.2 Star Formation in the Chamaeleon Molecular Clouds

During the IRAS mission some 100 pointed observations have been made of the Cha I molecular cloud. The data will be combined to form one map. An eventual resolution of about 30 arcsec is expected after applying resolution enhancement techniques like maximum entropy. The sensitivity will be at least a factor of 4 better than that of the Point Source Catalog. One of the main problems is correcting for the differing baseline levels and slopes of the different detector scans, "destriping".

Surroundings of the reflection nebula Cederblad 110 in Cha I have been studied in the infrared and CO molecular lines. Two new deeply embedded low-luminosity sources were discovered in the densest molecular clump. One of these sources is driving a high veloci-

ty CO flow and is the best candidate for exciting Herbig-Haro objects 49 and 50. The Cederblad 110 region contains the densest molecular gas of Cha I and signatures of the most recent star forming activity which may lead to a dense group of young stellar objects as can be seen around Cederblad 111 and 112.

A global analysis of the young stellar content of Cha I continued. New members have been searched or confirmed by observing near-infrared excesses. As the IRAS Point Source Catalog contains only some 60 percent of the known young stellar objects, the IRAS Serendipitous Survey Catalog fluxes have been added in order to extend the observed wavelength coverage. For low infrared luminosity sources the sensitivity has been increased by retrieving fluxes from co-addition of all existing IRAS scans. For confused sources GEISHA software has been used to access the raw data directly and in several cases it was possible to assign individual fluxes to components confused in the IRAS Point Source Catalog. A preliminary analysis of the luminosity function in Cha I reveals no significant differences with the young stellar population in the ρ Ophiuchi core.

Also, the properties of IRAS sources with the appearance of young objects in the Cha II region were studied. Objects observed in the near infrared (J, H, K) have been identified with objects in the IRAS Point Source Catalog and Serendipitous Survey Catalog. The main conclusion of the study is that star formation in the Cha II region is less advanced compared to Cha I.

6.3.4 Mass Loss from Stars

JCMT observations of 6 Be stars were analyzed by Waters et al. in combination with UV, optical, IR and radio data to derive the radial density structure of the circumstellar discs. The stars show a turnover in the (sub)-mm spectrum implying an increase of the radial density gradient in the disc at a large distance (ten to several tens of R_* from the star.

The results of the JCMT observations were also used to study the dynamics of the discs of Be stars. It was found that in order to explain the observed radial density distribution it is necessary that two different forces act, one in the inner region (typically less than $10 R_*$, and another in the outer region. These forces must be physically different, but their nature is not known.

The relation between IR excess and optical linear polarization of a large sample of Be stars was modeled using an axisymmetric,

disc-like distribution of gas around the star. The goal of this study is to derive constraints on the thickness and density distribution of the disc around Be stars.

A begin was made in 1990 to construct new models for the winds of Be stars using computer programs developed by J.M. Marlborough of the University of Western Ontario. These models will be used to calculate the IR line emission from flattened disc-like winds around Be stars, along with the optical (H_{α}) emission lines and the continuum energy distribution.

The Be star γ Cas was the subject of a study concerning the long term changes in the spectrum and continuum energy distribution of this well-studied star. It was found that although the hydrogen emission lines in the optical spectrum show dramatic changes in shape, the IR continuum hardly varies. This is surprising since both the IR emission and the Balmer emission lines are formed in the same region of the disc. The observations support a non-axisymmetric precessing disc model.

The continuum energy distribution of the close binary HR 2142 (B2 IVe + ?) was studied in order to see if the unseen companion could be a Roche lobe filling red giant. It was found that the companion, if it is a red giant, cannot be filling its Roche lobe without having been detected in both the lines and the continuum. An alternative model was suggested in which the companion has already evolved into a helium star or a white dwarf.

In May 1990 the X-ray mission ROSAT was launched successfully. ROSAT will scan the entire sky in X-rays and is supposed to find many new weak X-ray sources. In collaboration with the Max Planck Institut Für Extraterrestische Physik and the University of Amsterdam a large campaign was organized to observe several hundred B and Be stars in the optical and near-IR simultaneous with ROSAT. The aim of this study is to determine whether or not Be stars are the result of close binary evolution, and have a close, evolved companion (helium star, white dwarf or neutron star). These systems are expected to emit X-rays because of accretion of material, ejected by the Be star, onto the compact companion.

6.3.5 Circumstellar Shells and Late Stages of Stellar Evolution

6.3.5.1 Last Evolution Stages of Carbon Stars

The theoretical research of Groenewegen concentrated in 1990 on two projects. The first project concerns the development of a radiative transfer program which includes variable mass loss rate and velocity structure in the circumstellar envelope. This project has not yet been completed. To check the results of the new program and to quickly calculate the results of simpler problems in radiative transfer, a radiative transfer program developed by Rogers and Martin was used. This program was modified and it has been operational since December.

The second project concerns the development of a "synthetic" AGB-evolution program. In "synthetic" evolution one uses "recipes" from exact evolutionary models to calculate the evolution. It is the aim to calculate the luminosity function of carbon stars and to compare it to observations. This would give information on e.g. the mass loss rate. Also abundances can be calculated and compared to observations of planetary nebulae abundances.

Early September one night was used with UKIRT to investigate if certain obscured IRAS sources are carbon stars. In 1991 a similar project will be undertaken at ESO for southern objects. The first results obtained with UKIRT are interesting enough to apply for a follow-up proposal. End September about 20 carbon stars were observed at sub-mm wavelengths on three nights with JCMT. The preliminary result is that they are fainter than expected. However, definite conclusions must wait for the final reductions to be completed.

Hu and Slijkhuis continued to study the transition phase of AGB to planetary nebulae objects. A publication has been prepared on IRAS 08005-2356, a F-type supergiant embedded in its dust shell remaining from the AGB phase, presently expelling a spectacularly fast wind, and probably in the near future a planetary nebulae.

All southern objects of the sample have been observed by Hu with the 1-m telescope of ESO in Chile to determine accurate positions. Hu and N.Q. Rieu (Paris) have done OH observations on a number of northern proto planetary nebulae with the Nançay telescope. An unexpected result was finding strong polarization of the OH maser radiation.

6.3.5.2 Supergiants with Circumstellar Dust Shells

Some years ago supergiants with circumstellar dust shells were identified. Such stars are good candidates for post-AGB stars: the cool dust is the remnant of the AGB mass loss, which has by now become optically thin and the central star can be observed through it.

One of such objects, the star HD 52961 was found by Waters et al. to be extremely metal deficient, possibly the most metal deficient star known up to now. The abundances show a remarkable pattern, with strongly enhanced CNO and a sulphur abundance anomaly that it has in common with four other high latitude post-AGB stars.

High resolution H_{α} spectra of about a dozen suspected post-AGB stars showed that most stars have shell profiles, which suggests that the stellar winds of these stars are either not spherically symmetric, or are decelerated after initial acceleration. The fact that most stars have a large IR excess due to circumstellar dust, but no UV deficiency indicates that the dust shells are not spherically symmetric. The physical reason why the dust shells are not spherically symmetric could be the binary character of many of the studied stars. The presence of a companion can influence the geometry of the stellar wind, or material could be captured in a disc surrounding the entire system.

The initial work by Parthasarathy and Pottasch is being continued by them, investigating more of the objects and obtaining and analyzing ultraviolet (IUE) spectra. In particular, two stars were discovered to have visual planetary nebulae line emission. This emission was absent in measurements made two and three years ago, indicating a rapid evolution of these objects.

6.3.5.3 Galactic Distribution of OH/IR-like Objects

Blommaert and Van der Veen (Columbia University) investigated the nature of IRAS sources with OH/IR-like colours in the outer parts of our Galaxy. Habing showed in 1988 that the distribution of OH/IR-like objects along the Galactic Plane could best be explained by two disks, a thick and a thin one. Another remarkable fact was the strong cutoff of the thin disk just one kpc outside the solar circle.

A study based on infrared photometric observations with the UKIRT and the ESO 2.2m telescopes and on OH data, shows that part of the sample consists of objects not on the Asymptotic Giant Branch.

Their nature is not yet certain, but this group is probably a mixture of young stellar objects and (proto-) planetary nebulae. The relatively small number of OH emitting sources, about 30 percent, are genuine OH/IR stars. About the same number of objects have energy distributions that are very similar to the OH/IR stars, i.e. are also far evolved AGB stars.

The latter, however, have a somewhat lower energy distribution and lack a 9.7 micrometer feature. This feature is typical for oxygen rich stars. They may be very red carbon stars, a type of object of which only a few are known. It has become clear that the low flux sources which are - in the analysis of Habing - the contributors to the thick disk are those which are not on the AGB. Thus, there is no need for a second component (the thick disk) in the outer parts of our Galaxy. The cutoff of the disk is indeed real.

6.3.5.4 Interstellar Scattering of Centimetre Waves; Distance to the Galactic Centre

From VLBI measurements on the first VLBA baselines, Van Langevelde was able to conclude that obtaining the distance to OH/IR stars in the direct neighbourhood of the Galactic centre is not feasible. In this project the main goal was finding the distance to the Galactic centre by making measurements of the distance to OH masers in circumstellar shells around evolved stars with the "phase lag" method. Monitoring observations with the VLA of the 1612 MHz OH line can provide measurements of the physical size of the circumstellar shells. If one can measure the angular size of the circumstellar shells, using VLBI techniques one obtains directly the distance to the object. For stars at the Galactic centre one expects a typical size of 500 mas.

However, it turns out that the last measurement cannot be made, due to interstellar scattering. It was expected already that interstellar scattering would limit the seeing towards the Galactic centre at radio wavelengths. However, no measurements towards the inner region of our Galaxy were done, because no good candidate sources at these confused lines of sight were known. In collaboration with Diamond at NRAO a simple detection experiment was conducted to see if one is able to detect these OH masers on several long baselines. After a technical failure in January these observations were performed successfully in July.

Within several weeks the data from this MKII experiment were correlated and calibrated. We conclude that images from OH/IR stars at the Galactic Centre are scattered to sizes of 100-500 mas. This makes these objects unsuited for measurements of the distance to the Galactic centre.

This large amount of scattering asks for more observations. In a cooperation with Diamond and Frail at NRAO the scatter sizes of a larger sample of OH/IR stars were measured. Preliminary analysis indicates that only stars that are close (about 2 degrees) to the Galactic centre are heavily scattered. This suggests that the scattering medium must be close to the Galactic centre, which makes the requirements for the size of the irregularities in the electron densities even more severe.

The main remaining use for the monitor data will now be to study the properties of OH/IR stars close to the Galactic centre. In a project with Janssens and van Langevelde a sample of OH/IR stars at the Galactic centre is defined and a lot of work is put into trying to measure the periods of these 34 objects. Special care is taken to choose the proper period from sparsely sampled data. Preliminary results show that also in the Galactic centre region stars with long periods do occur, just as in the disk of the Galaxy.

6.3.6 Planetary Nebulae

6.3.6.1 Hydrodynamics of Aspherical Planetary Nebulae

Mellema's project on the hydrodynamics of planetary nebulae continued with some work on the properties of the numerical method used. He concentrated on the way a one-dimensional method is turned into a two-dimensional method by the standard technique of flux-splitting and how the choice of coordinates influences the results. In a low diffusion code like the Roe-solver, it turns out that one has to be careful in picking one's coordinate system. This work also shows the need for intrinsically multidimensional methods in hydrodynamics.

The work of Icke, Balick, Eulderink, Frank, Mellema on modelling aspherical planetary nebulae, showed the existence of a new collimation mechanism for jets. To explore this further, this collimation mechanism at relativistic velocities was studied. This is astrophysically relevant because it is inferred from observations that jets in active galactic nuclei have velocities approximating the velocity

of light. Furthermore, the switch to the relativistic Roe-solver developed by Eulderink could be made rather easily, because of the similarities between the non-relativistic and relativistic Roe-solvers. Mellema numerically explored the collimation mechanism up to ultra-relativistic velocities. The highest velocity used in these calculations has a Lorentz-factor of 12, which makes it a world record in relativistic hydrodynamical calculations.

The simulations show that the morphological picture of the collimation mechanism does not change very much in the relativistic regime, but the length and time scales are radically different. Due to the Lorentz contraction, the flow carries much more momentum and as a result sets up the jet configuration in a much faster way. Also the morphology reflects the effect of a higher effective momentum, to get a more or less comparable jet at lower velocities one has to use a higher driving momentum. Acceleration in the jet is shown to be less efficient at relativistic velocities, as was to be expected.

6.3.6.2 Infrared Absorption Bands in CRL 618

In collaboration with Lequeux (Paris), Jourdain de Muizon has obtained UKIRT spectroscopic data leading to the discovery of the 3.4 micrometer absorption band in the proto-planetary nebula CRL 618. This band is attributed to the C-H stretching vibrational mode in hydrogenated carbon compounds. This is the first time that this band is seen in a circumstellar (carbonaceous) envelope, indicating that the corresponding material is formed in such envelopes. The ratio of band depth to extinction is smaller in CRL 618 than in the interstellar medium, perhaps due to a smaller degree of hydrogenation of the material. Lequeux and Jourdain de Muizon also identified an absorption band at 12 micrometer in the LRS spectrum of CRL 618, as due to SiC. The SiC/amorphous carbon grain ratio in CRL 618 is similar to that in IRC+10216. The apparent lack of PAH in CRL 618 compared to more evolved objects suggests that PAHs are formed from amorphous carbon grains rather than the reverse.

6.3.6.3 Zanstra Method in Dusty Planetary Nebulae

The Zanstra method, dating from 1931 is still widely used. One of the assumptions made by Zanstra was that dust plays no role in planetary nebulae. However, based on the IRAS results, it is clear that dust absorption and emission play an important role in the energy budget of many planetary nebulae. In a significant fraction

of the nebulae, the total far infrared emission seems to exceed the total energy computed by ignoring the presence of dust.

Ratag and Pottasch have developed photoionization models of dusty planetary nebulae employing various central star temperatures, various dust-to-gas ratios, and various dust optical thicknesses. The major difficulty concerns the properties of dust in far ultraviolet regions, which still cannot be checked by observation. We have adopted the Draine and Lee's (1984) dust model in the present calculation. It is found that the Zanstra temperatures (and luminosities) are significantly lower than the actual ones. Although insignificant in many cases, dust seems to contribute also in causing the Zanstra temperature discrepancy.

6.3.6.4 Interaction of High-Velocity Planetary Nebulae and Dense ISM

A planetary nebula moving through a dense interstellar medium with a very high velocity could experience the so-called "snowplough effect". The very high density interstellar medium near the galactic centre and the very large velocity dispersions of the bulge planetary nebulae are a good combination for such a phenomenon to occur. This mechanism has been proposed by Isaacman (1981) as an alternative to explain the lack of old nebulae in the bulge. To the contrary, in a study of Ratag and Pottasch on the central star evolution, we have put forward this as a possible mechanism which enables us to observe the low luminosity bulge nebulae in spite of the fact that theory predicts they should have been dispersed long ago. At this moment, it is still very difficult to prove or disprove this.

A large nearby nebula, Abell 35, showing a strongly off-centered central star(s) and with a stellar velocity of about 150 km/s, is a good example for the occurrence of this kind of phenomenon. A 3-dimensional hydrodynamical model has been developed to describe the snowplough effect. The application by adopting several physical input parameters typical of Abell 35 and its surrounding medium, nicely fits the observed morphology of the nebulae.

6.3.6.5 Optical Classification of IRAS Sources

Together with Manchado and Garcia-Lario, Pottasch has continued the study of optical objects which have IRAS colours similar to planetary nebulae. Spectra are taken of these objects (about 100/year) and are analyzed. Young planetary nebulae have been discovered

in this way, as well as newly formed stars and Seyfert galaxies. The majority of these objects however, show only the hydrogen lines in emission and do not fit in a normal stellar classification. One object with such a spectrum was found to change in the course of several years, to a completely normal planetary nebula spectrum. This may indicate that the other objects are protoplanetary nebulae.

6.3.6.6 Planetary Nebulae in the Galactic Bulge

Ratag, Pottasch and Waters proceeded with their investigation concerning the evolution of central stars of bulge planetary nebulae. Based on the nebular models described earlier, the central star effective temperatures and luminosities have been determined. A method is employed that is in principle a variation of the energy balance method. The distance problem, which is severe for nearby nebulae, is minimized in the bulge sample. The use of photoionization structure to explain the spectral and continuum data, helps us in studying the question as to the optical thickness of the nebulae. There are strong indications that most of the nebulae are opaque in Lyman continuum. The objects can thus be reliably placed in the HR diagram.

A comparison with theoretical evolutionary tracks shows a number of disagreements. The evolutionary timescale for most of the low mass nuclei and some of the objects in the upper ends of the core mass distribution, is likely to be substantially in error.

Planetary nebulae abundances can be used as a chronometer of evolution: low abundance objects tend to be formed earlier than the higher mass ones. By relating the derived abundances and the positions in the HR diagram, we are able to investigate the relation between the initial and final masses. There is no clear relation between the positions in the HR diagram and the abundances, which suggests that for the bulge sample there is no obvious initial-final mass relation.

Discovering bulge planetary nebulae by combining IRAS results and radio continuum observations has been continued by Ratag and Pottasch. So far, radio continuum observations toward approximately 600 candidates located within 15 degree of the galactic center have been made with the VLA and WSRT, and a series of paper reporting the results have been and will be submitted for publication. The project has also been extended to the region outside the bulge. Approximately 250 fields have been observed.

6.3.7 Thermal and chemical processes in the evolution of interstellar dust and gas

Final report on an NFRA supported Ph.D. project,
by R.J.L.H. Breukers.

A laboratory study of the thermal evolution of the 45 μm H_2O -ice absorption band.

The thermal evolution of the 45 μm absorption band of H_2O ice, prepared at temperatures in the range of 12 K to 160 K, has been followed while performing cooling and warmup cycles within this temperature range. Like the 3 μm OH-stretching absorption band of H_2O ice this 45 μm band exhibits strong temperature effects that can be attributed not only to different phases of solid ice: amorphous solid H_2O (as) ice ($T(\text{preparation})=12$ K) and crystalline H_2O Ic (poly-crystalline cubic ice; $130 \text{ K} < T(\text{preparation}) < 150 \text{ K}$) or H_2O Ih ice (poly-crystalline hexagonal ice; $T(\text{preparation}) > 150 \text{ K}$), but also to the initial conditions.

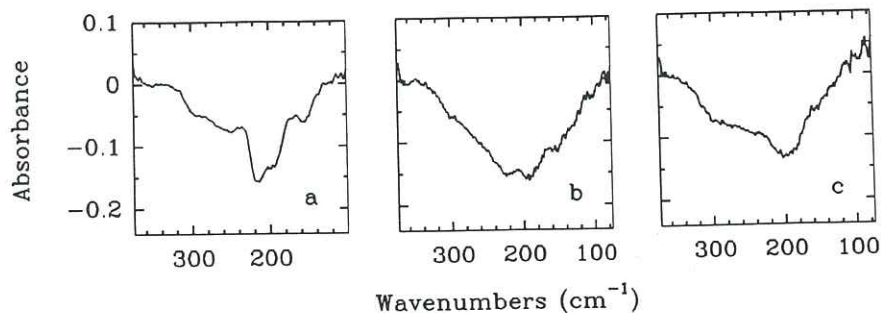


Figure 6.3.2

- The 45 μm absorption band at 12 K of crystalline H_2O Ih ice prepared at 160 K.
- The 45 μm absorption band at 12 K of amorphous H_2O (as) ice prepared at 12 K.
- The 45 μm absorption band at 12 K of H_2O ice prepared at 80 K.

An ice layer deposited on a 160 K substrate shows a 45 μm H_2O Ih absorption band with some very distinct features (Figure 6.3.2a). Upon cooling to 12 K the band shifts to lower wavelengths while the general shape remains roughly constant apart from the increase in the peak absorptivity at $\sim 230 \text{ cm}^{-1}$. Both these changes appear to be reversible upon warmup.

Ice prepared at 140 K yields the polycrystalline cubic H_2O ice band. There is however no detectable difference between the cubic and hexagonal ice band.

An ice layer deposited on a 12 K substrate shows the H_2O (as) absorption band (Figure 6.3.2b), which looks different from the one of crystalline H_2O ice. Warmup to 160 K changes the band shape irreversibly due to the phase transition from amorphous ice to crystalline ice. The absorption band of the annealed amorphous ice looks different from the band of the crystalline ice prepared at 160 K. Thermal cycling of this annealed amorphous ice shifts the absorption band in a reversible way.

Ice prepared at 40 K or 60 K is not too different from the amorphous ice band. The band shape of ice deposited at 80 K or 100 K more resembles the crystalline absorption band (Figure 6.3.2c). Annealing these ice layers, prepared at these different temperatures, to 160 K yields band shapes that depend on initial conditions. The ice prepared at 40 K or 60 K evolves in a way similar to the amorphous ice prepared at 12 K. Annealing ice prepared at 80 K or 100 K yields an absorption band very close to that of crystalline ice prepared at 160 K.

These thermal characteristics of this 45 micron absorption band are important when looking at the grain history, since the band shape can give information about the thermal conditions at which the ice layer has been formed as well as after.

Using the experimental results the optical constants have been determined from a Kramers-Kronig analysis of the reflection spectra. A plane-parallel absorbing film of a certain thickness and complex index of refraction, $n_1 = n - ik$, is considered. The transmission, reflection and interference losses are taken into account using an iterative procedure.

Recently Kuypers Airborne Observatory observations have confirmed the presence of this band in the circumstellar envelope M giant star IRAS 09371+1212 as is shown in figure 6.3.3 by the errorbars. The positions of the two observed maxima correspond to the positions of the 44 μm and 62 μm band of non-amorphous ice as observed in the laboratory. In order to investigate the origin of the observed band shape we have calculated the thermal emission of a spherical silicate grain coated with non-amorphous ice, using the optical constants as derived from our experiments and varying the grain temperature and the volume fraction R_V of the grain occupied by ice.

From the results (Figure 6.3.3) we may conclude that the ice observed in IRAS 09371+1212 is mainly in crystalline form.

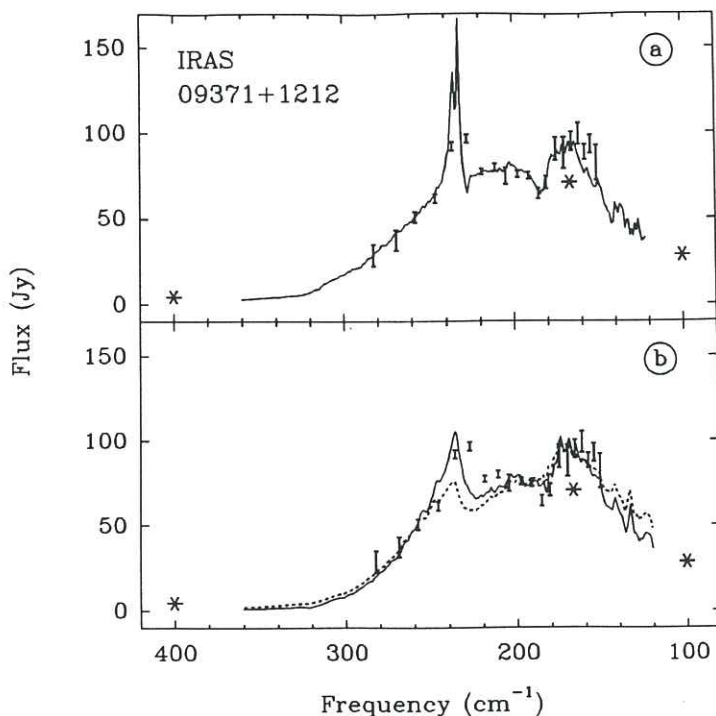


Figure 6.3.3

IR-observations of IRAS 09371+1212, made with the Kuiper Airborne Observatory, indicated by errorbars, and the broad-band IRAS PSC fluxes at 25, 60 and 100 μm indicated by asterisks. Panel a shows the model fit of the thermal emission of a single ice coated grain scaled to the observations (solid line) using a grain temperature of 35 K, the optical constants of pure crystalline ice at 40 K and $R_V=0.42$. Panel b shows the model fit of the thermal emission of a single ice coated grain scaled to the observations using the optical constants of annealed amorphous ice at 40 K, and a grain temperature of 35 K and $R_V=0.42$ (dashed line), and a grain temperature of 39 K and $R_V=0.83$ (solid line).

Solid photochemistry in the modeling of the interstellar cloud chemistry

Solid CO_2 and gas phase HCO_2^+

More gas phase CO_2 is required to make, together with the H_2^+ , the recently observed large amounts of the HCO_2^+ ion towards the

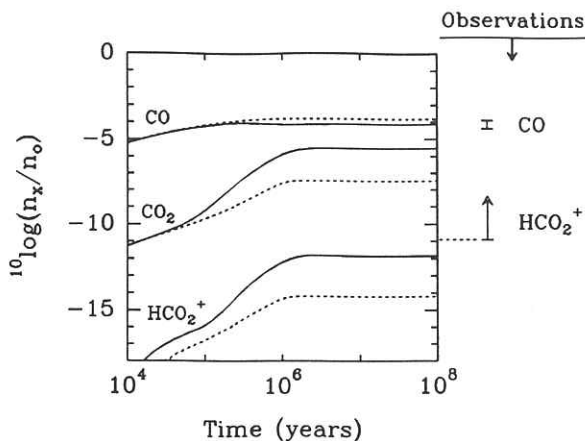


Figure 6.3.4

Time evolution of CO , CO_2 and HCO_2^+ in the gas from a pure gas phase model and an integrated gas-dust model, using a density $n_0 = 2.10^4 \text{ cm}^{-3}$.

galactic center than can be accounted for by pure gas phase chemistry. Laboratory studies have shown that solid CO_2 is abundantly produced in photoprocessing of solid ice mixtures containing CO and H_2O , which are generally dominant in interstellar dust. Recently solid CO_2 has been detected in the IRAS Low Resolution Spectra of embedded protostars confirming this process.

We have calculated the chemical evolution of a dark cloud ($n_0 = n(\text{H}) + 2n(\text{H}_2) = 2.10^4$ and 2.10^5 cm^{-3} , $A_V = 4$ and 5 respectively, $T_0 = T_{\text{dust}} = 10 \text{ K}$, initial abundances approximately those of $\zeta \text{ Oph}$) for both pure gas phase chemistry and integrated gas phase-dust chemistry in order to study the influence of the dust. From these calculations it appears that the introduction of grains, the photo-production of solid CO_2 in the grain mantle and desorption into the gas phase by the explosive mechanism provides a ready basis for explaining the production of HCO_2^+ in the gas.

Figure 6.3.4 shows the time evolution of CO , CO_2 and HCO^+ from our pure gas phase chemistry model (dashed line) and from an integrated gas-dust model (solid line) using a density $n_0 = 2.10^4 \text{ cm}^{-3}$. On the right of the figure the observed abundances are indicated.

We may conclude that gas phase chemistry cannot produce the observed abundance of the HCO^+ in the gas. Including grains, photoproduction of solid CO_2 in the grain mantle and desorption produces enough solid CO_2 to compare with the observed value, a factor of 10^2 increase for the CO_2 abundance in the gas and a factor of 2.10^2 for the abundance of the HCO^+ to a fractional abundance of $1.3.10^{-12} \text{ cm}^{-3}$; this number is within a factor of 10 of the observed value. Using a higher number density n_0 in the model calculations yields abundances close to those observed.

H₂CO in high-latitude clouds

The recently observed amount of H_2CO in low extinction high-latitude clouds can not be accounted for by pure gas phase chemistry. The production mechanism is too slow compared to its destruction by photoreactions. Laboratory studies have shown that, like solid CO_2 , solid H_2CO is abundantly produced in photoprocessing of solid ice mixtures containing CO and H_2O , which are generally dominant in interstellar dust. The introduction of grains into the overall cloud chemistry, the photoproduction of solid H_2CO and cosmic ray induced explosive desorption into the gas phase results in a higher gas phase H_2CO abundance. When H_2CO occupies a fraction of only ~1.5 percent relative to the H_2O in the mantle, the gas phase H_2CO abundance is increased by a factor of 20 or more, relative to the corresponding gas phase model. There appears to be a sensitive balance between the solid state photoproduction and the gas phase photodestruction of H_2CO . The sensitivity of the ratio of the solid photoproduction rate to the gas phase photoproduction rate, consistent with experiments, is adequate to produce the observed H_2CO at the "shadow" edge of the cloud while a higher (by a factor of 10) photoproduction rate at the cloud center fails by a factor of 20. At the shadow edge the higher solid state production rate gives rise to a higher than observed value of the H_2CO abundance. The results therefore indicate that the principal formation of H_2CO is, like that of solid CO_2 , through solid state grain chemistry.

6.4 Highlights of research on Stellar Systems

Edited by J.M. van der Hulst

6.4.1 Stellar Evolution in the Galactic Bulge

Ng, Lub and le Poole (Leiden) started a project to determine the evolutionary stage of objects in a complete, flux limited, optical and IR sample in the galactic bulge, and to study both observationally and theoretically the link between the bulge and the disk/halo. The Baade-Plaut field is ideal for a study of the late and luminous stages of stellar evolution in the galactic bulge. All the objects are at about the same distance, and many of the AGB stars have been found already through Plaut's (1971; A&A Suppl. 4,75-230) and Wesselink's (1987; Ph.D. thesis, Nijmegen) work. In addition a sample of IR-candidate stars was selected from the IRAS point source catalog by means of a F25/F12 flux ratio criterion (Whitelock et al. 1986; MNRAS 222,1).

In order to investigate the nature of the IRAS sources and to determine the bolometric luminosities for both IRAS sources and Wesselink Miras Blommaert, Ng and Vander Veen (Columbia Univ.) made near IR observations (JHKLM NN1N2N3) in July in La Silla on the ESO 3.6m, 2.2m and 1.0m telescopes. Lub and Ng took optical spectra on the ESO 1.5m telescope for 50 Wesselink (1987) Miras, Semi-Regulars and LPVs. Spectral types are assigned by comparing the spectra with those in the "Atlas of Digital Spectra of Cool Stars" (1985, Turnshek et al.). Spectral types found range from M4 up to M10.

On the Leiden Astroscan a U, I and R (half) plates were scanned in preparation for constructing an HR-diagram for the Galactic Bulge to study its composition and stellar population.

6.4.2 Nearby Galaxies

6.4.2.1 Local Group Galaxies

Using the ESO 3.6 m telescope, Israel (Leiden) and Koornneef (STScI, Baltimore) obtained near-infrared JHK(LM) photometry of 34 mostly compact objects in the Magellanic Clouds. The objects were selected from the IRAS Infrared Catalogue, published by Schwering and Israel. Analysis showed that almost half of these objects were dominated at JHK by stellar emission, or were in fact luminous

stars. An important conclusion is that almost all optically compact objects are also compact at near- and far-infrared wavelengths, and that these objects on the one hand have high 60-100 micron colour temperatures, but conspicuously lack in 12 micron "excess" emission. Apparently, the very small particles responsible for cirrus-type emission in the Galaxy are destroyed or driven out by strong UV radiation fields. Another remarkable result was the rather extreme "blue" J-H colour of several compact objects such as N88 (SMC) as well as N64A and N160-A5 (LMC), suggesting that scattered light dominates their near-infrared emission. In the LMC, the objects N59-IRS and N150 appear to be good candidates to search for traces of recent star formation.

Based on Schwering's thesis work Israel and Schwering (now at TNO, The Hague) used the IRAS database and literature HI data to study the Galactic extinction towards the Magellanic Clouds, and the consequences for the interpretation of Magellanic Cloud extinction law determinations. They found that especially towards the LMC the foreground extinction is not constant, but ranges from $E(B-V) = 0.05$ to 0.17 mag. This extinction is probably even more strongly variable on scales smaller than the 48 arcmin resolution limit of the HI data. Towards the LMC, lowest extinction, ($E(B-V)$ is in front of the 30 Doradus complex 0.07 mag) and the North 0.10 mag) and highest towards the South 0.13 - 0.17 mag). Using the new foreground values they found that the difference between the average LMC and 30 Doradus extinction curves is much less than previously assumed. The foreground reddening towards the SMC is less variable ($E(B-V) = 0.07 - 0.09$ mag).

Braun (NFRA) and collaborators have continued their study of the interstellar medium in M31 and 10 other nearby galaxies (see section 6.1.6.1 of this Annual Report).

Duric (Univ. of New Mexico), Viallefond (Meudon), Van der Hulst (Groningen), and Goss (NRAO) are using combined VLA-WSRT continuum observations of M 33 at 6 and 21 cm to study the properties of the HII regions and the supernova remnants in this galaxy. The first analysis of a sample of optically identified supernova remnants has been completed. Of the 51 known remnants 35 could be detected in the radio. The radio properties of the remnants in M 33 do not show a S-D relationship as has been claimed to exist for galactic remnants. The radio luminosity function of the remnants in M 33 is very simi-

lar to the bright end of the radio luminosity function of the remnants in the Galaxy. The spectral indices of the remnants in M 33 are also very similar to those in the Galaxy.

6.4.2.2 Radio Continuum of Nearby Galaxies

De Bruyn (NFRA and Groningen), Israel (Leiden) and Van der Hulst (Groningen) analyzed 6, 21, 49 and 92 cm WSRT observations of NGC 1569, a nearby compact irregular dwarf galaxy in the aftermath of a starburst. See section 6.1.6.3 for further details.

Hummel (Jodrell Bank), Dahlem (MPIfR, Bonn), Van der Hulst and Sukumar (Univ. of Illinois) completed a study of the large scale radio continuum emission of the edge-on galaxy NGC 891 using WSRT and VLA observations at 21, 49 and 92 cm wavelength. A large fraction of the continuum emission is in an extended "halo" component with a scale height of 1 kpc. In the south-west the halo appears to be more extended with a scale height of 2 kpc. The slope of the radio spectrum shows a sudden break of 0.2 at 0.8 GHz which can be understood in terms of models for a dynamical radio halo in which adiabatic energy losses, caused by a galactic wind, are significant at lower energies. A comparison of NGC 4631 and NGC 891 shows that the energy stored in relativistic particles and the magnetic field is less in the latter galaxy. Models for convective transport of energy out of the disk into the halo apply in both cases.

Bloemen (Leiden), Duric (Univ. of New Mexico) and Vos (Leiden) studied the radio-continuum emission of several edge-on galaxies using the VLA. Observations of the synchrotron emission from edge-on spiral galaxies provide a unique opportunity to study cosmic-ray transport out of galactic disks. Four high-inclination galaxies (NGC 2683, NGC 3556, NGC 4517, and NGC 5775) were selected from radio surveys of galaxies by the requirements that they are close enough to allow a linear resolution of a few hundred parsecs with the VLA and that they have angular sizes such that large-scale emission is not resolved out. The VLA observations available now enable mapping of the distribution of radio emission on linear scales of typically 200 pc to 20 kpc for 3 separate wavelength bands centred near 6 cm, 20 cm, and 90 cm, with limiting sensitivities of 20-200 microJy. Bloemen, Dogiel, Dorman and Ptuskin (Lebedev Physical Institute, Moscow) studied the role of galactic winds on the transport of cosmic-ray particles.

6.4.2.3 The Interstellar Medium and Star Formation in Nearby Galaxies

Holes and Bubbles

Kamphuis (Groningen) continued his work on the small-scale HI structure of M 101. New, very sensitive (16 x 12 hour), high resolution (13" x 16") WSRT observations of this Sc galaxy reveal many holes in the HI distribution. The kinematics of one hole shows a nearly complete shell structure expanding with a velocity of 50 km/sec. This hole, near the giant HII region NGC 5462, has a size of 1.5 kpc. The estimated HI mass is $3 \cdot 10^7 M_{\odot}$, comparable to the missing HI mass of the hole. Figure 6.4.1 shows the location of the hole/shell and its velocity structure. The symmetry of the superbubble indicates that the origin was near the midplane of the HI disk. The estimated kinetic energy of supershell is a few 10^{53} erg, which requires an energy input equivalent to that of at least thousand supernovae. The velocity structure and the large size suggest that the superbubble is probably blowing into the halo, supporting the idea that supernova events supply energy into the halo.

Preliminary results show that the HI distribution contains dozens of holes with associated peculiar velocities. None of these holes show nice symmetric expanding shells such as the example near NGC 5462. The distribution of the holes suggests that recent star-formation might play an important role in shaping the irregular gas distribution. The large sizes (1-3 kpc) indicate that very energetic events (energy input: 10^{53} to 10^{54} erg) are required to create these cavities. This high energy input is conceivable, since M 101 contains several giant HII regions, which are powered by hundreds of ionizing O and B stars. If these holes are created by supernovae, M 101 has a substantial disk-halo connection by venting hot gas through chimneys (filling factor < 10 percent) into the halo.

Israel (Leiden) and Van Driel (Amsterdam) analyzed WSRT HI observations of NGC 1569. The HI distribution is mainly in the form of a ridge of dense HI clouds at the northern boundary of the optical galaxy, embedded in a more symmetrical diffuse envelope. A hole in the HI distribution with a diameter of 190 pc is found to be centred on the brightest star cluster. The cavity could have been formed by relatively recent stellar winds acting on a tenuous interstellar medium and starting about 2 million years ago. However, an origin shortly after the starburst seems more likely. If that is the case,

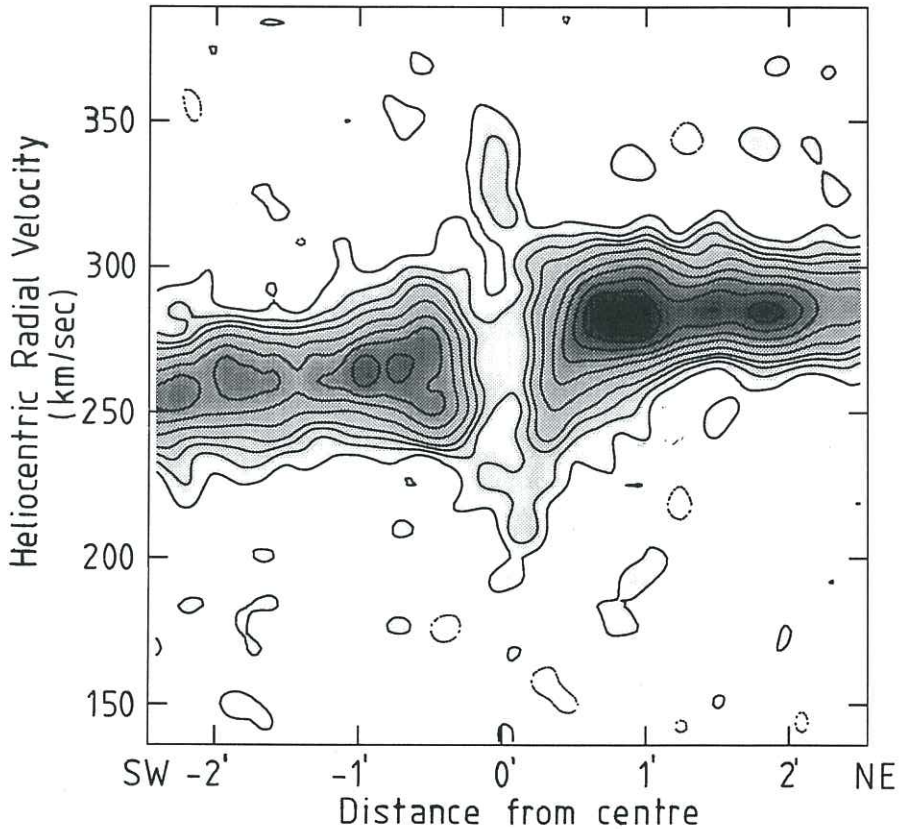


Figure 6.4.1

Position - velocity map at position angle 30 degrees centered on the HI superbubble in NGC 5462. The contour levels are -0.8, 0.8, 1.5, 2.3, 4.5, 6.5, 8.5, 11, 13.5 and 16 mJy/beam area. The negative contours are dotted.

the results indicate that the original hydrogen cloud containing the luminous star cluster must have had a slablike geometry, extended in the plane of the sky (and perhaps the plane of the galaxy), and relatively thin in the line-of-sight. In that case, the energy needed to produce the hole is of order $3 \cdot 10^{53}$ erg, or five times higher than in the recent windblown case.

Starburst Galaxies

Heckman, Armus (Johns Hopkins Univ.) and Miley (Leiden) analyzed optical spectroscopy of 14 IRAS-selected luminous Far-Infrared Galaxies ("FIRG's"). This sample included the three closest FIRG's (M 82, NGC 253 and NGC 4945) as well as some of the most luminous cases (IC 694, Arp 220 and NGC 6240). The data support the "superwind" model, in which kinetic energy, derived from supernovae and winds from massive stars in a central starburst, drives a large-scale outflow that can shock-heat and accelerate ambient interstellar or circum-galactic gas. Kinematic signatures of outflow and the deduced pressure distributions are consistent with such a model.

Van den Broek (Amsterdam) completed his Ph.D. research of extreme IRAS galaxies. A large fraction of his IR selected sample appears to consist of interacting and barred galaxies with circumnuclear starbursts. The star formation efficiency is probably about a factor five higher than in normal galaxies as deduced from a comparison of the IR and CO luminosities of these objects. Van den Broek and De Jong (Amsterdam and Groningen) concluded from a study of the IRAS mini-survey galaxies that the near-IR spectrum in starburst galaxies is dominated by red supergiants rather than by old, less massive, population II stars.

Molecular gas in Galaxies

Israel, Maloney (Leiden) and Baas (Leiden and JAC, Hawaii) obtained a fully sampled map of the CO J=2-1 emission from the center of NGC 3628 at 21" resolution with the JCMT. The CO is concentrated in a 14" (450 pc) diameter source. Analysis shows that the molecular mass (estimated from the $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ ratio) is of order $3.10^7 M_{\odot}$, or about 5 percent of the dynamical (total) mass in the same region. The molecular concentration is almost certainly coincident with the circumnuclear disk seen in HI absorption. It appears that the H_2 to CO conversion factor in the center of NGC 3628 is about a factor of five lower than in the disk of our Galaxy, but comparable to that in the central regions. The core of NGC 3628 does not appear to be the site of a starburst.

Tacconi (NFRA) continued her work of mapping the molecular gas distributions in nearby galaxies in collaboration with van Woerden (Groningen), Tacconi-Garman (NFRA), and summer student Thornley. SEST observations of a number of southern S0 galaxies show that in a number of cases the CO emission is significantly extended in these

galaxies. Tacconi, Tacconi-Garman (NFRA) and several collaborators used the JCMT to map different CO transitions in the late type galaxy NGC 6946 and the nearby starburst galaxy M82. A more detailed description of this research is given in section 6.1.6.3)

HI in Low Surface Brightness and Dwarf Galaxies

Van der Hulst (Groningen), Skillman (Univ. of Minnesota), Smith (Univ. of Washington) and Bothun (Univ. of Oregon) studied the HI in a small sample of seven low surface brightness disk galaxies using the VLA. These galaxies all appear to have HI surface densities which are a factor 2 below the surface densities found in galaxies with normal surface brightnesses in the optical. Peak column densities do not exceed 10^{21} cm^{-2} which probably explains the low current and perhaps past star formation rate: the critical density for star formation, calculated following the method outlined by Kennicutt (Ap. J. 344, 685, 1989), exceeds the observed HI surface densities in most of the disks of the low surface brightness galaxies studied.

Tacconi, Tacconi-Garman (NFRA) and Spitzak (UMass) continued their project to study the role of HI in dwarf irregular galaxies. This study is being undertaken with WSRT observations of six galaxies which span a wide range of color and star formation activity (see section 6.1.6.3).

Gas and Dust in Elliptical Galaxies

Goudfrooij (Amsterdam) has collected a good portion of the necessary optical observations for his study of the origin and evolution of interstellar matter in elliptical galaxies. The CCD imaging of nearly all the southern galaxies in his sample (containing all elliptical galaxies brighter than $B-T = 12$ mag in the Revised Shapley-Ames Catalog) has been completed, as well as about 40 percent of the supplementary spectroscopic data. As to the northern sample objects, about 30 percent of the CCD imaging has been obtained.

In addition to a discovery of a spiral-like disk of ionized gas in the peculiar elliptical IC 1459 (Goudfrooij et al., 1990, A&A. 228, L9), the now available data show that all ellipticals in the sample with a compact radio core have extended ionized circum-nuclear gas. Up to now, a spiral-like distribution of the gas has been found in one other example (NGC 5044). The morphology and kinematics of the ionized gas is different from that of the stellar component

suggesting the gas and dust in these ellipticals is a result of merging of galaxies. The infall of the gas which is involved in the merger event can also trigger the activity in the nuclei, which is responsible for the compact radio cores. This research is done in collaboration with De Jong (Amsterdam and Groningen), Jorgensen, Hansen and Norgaard-Nielsen (Copenhagen).

Supernovae in Galaxies

De Bruyn (NFRA and Groningen), O'Dea, Baum (NFRA, STScI) and Van der Hulst (Groningen) continued the study of the spectral behaviour of the bright radio emission of the radio "hypernova remnant" SN1986j in NGC891. Emission has now also been detected at 92 cm by differencing the WSRT maps produced in 1989 and 1986. See section 6.1.6.2 for further details.

On the same topic of radio emission of extragalactic radio supernova remnants De Bruyn acquired new VLBI data, together with Wilkinson (Jodrell Bank), on the brightest radio "hypernova remnant" in M82.

6.4.2.4 High Velocity gas in Nearby Galaxies

G.D. van Albada (Univ. of Amsterdam) and Sancisi (Groningen) analyzed full synthesis 21-cm line observations of the spiral galaxy NGC 4258. The main purpose was to search for high-velocity HI in the region of the anomalous arms. Rubin and Graham (1990) have reported the detection, from optical spectra, of high-velocity ionized gas, which they interpret as gas drizzling toward the plane. Some indications of HI features corresponding in velocity and position to the optical structures were indeed found. The study of these HI features and of the general HI density and velocity distribution in NGC 4258 is being pursued.

Kamphuis (Groningen) and Briggs (Pittsburgh) continued their work on the isolated Sc galaxy NGC 628. Their VLA HI observations show two giant High Velocity Complexes in the eastern and western part (at a radial distance of about $2 R_{H_0}$) of this galaxy. The HI extent is asymmetric with an extension to the south-west. The radial velocity field of the inner parts ($< R_{H_0}$) can well be represented by a flat disk in differential rotation. The motions of the gas in the outer parts, however, deviate from circular rotation and show the characteristics of the sort expected for oval orbits. An explanation for these peculiarities in the kinematics may be the gradual infall

of neutral gas, which is nowadays visible as the south-west extension in the HI distribution. In this picture, the High Velocity Complexes are a tidal by-product swept out of the main galaxy. The infall could be a companion or an HI cloud (from an earlier epoch, where they were more common).

Related to the subject of high velocity gas is the study of the gaseous outer parts of spiral galaxies and the search for evidence of gas accretion. Sancisi (Groningen) is pursuing such a study. He analyzed a few more galaxies including NGC 4565.

6.4.2.5 Dark Matter in Galaxies

Broeils (Groningen) finished a major part of the reduction of WSRT HI observations of about a dozen spiral galaxies. For all galaxies total HI maps and velocity fields were made, which will be used to derive rotation curves. To analyse the mass distributions obtained from the rotation curves, these data need to be supplemented with optical surface photometry. Broeils and Knapen (IAC Tenerife) obtained R-band CCD photometry for three galaxies (NGC 1003, NGC 5033 and NGC 6674) using the Isaac Newton Telescope (INT) on La Palma. These data were used to derive luminosity profiles which could be decomposed into bulge and disk components.

6.4.2.6 Dust in Spiral Galaxies

Valentijn (Groningen) continued his research on the data base from Lauberts and Valentijn "The Surface Photometry Catalogue of the ESO-Uppsala Galaxies" (ESO-LV). He concludes that the photometric properties of large parts of the disks of at least Sb and Sc galaxies are consistent with the view that these disks are opaque. The properties of the obscuring bodies required for the opacity effects suggest that compact molecular clouds could substantially contribute to the obscuration.

Gonzalez-Serrano (Univ. of Cantabria) and Valentijn (Groningen) studied the possible consequences of the presence of an obscuring component for the interpretation of the flat rotation curves of spiral galaxies. Analysis of a high spatial resolution rotation curve of the dwarf galaxy UGC 2259 (derived from Taurus II data observations at the WHT at La Palma), shows that a population of compact molecular clouds as required to account for the opacity of this system, provides enough non-luminous matter to explain the flat rotation curve.

Choloniewski (ESO) and Valentijn (Groningen) continued their work on a new Southern Galactic Hemisphere extinction model, based on the surface brightness measures listed in the ESO-LV data base. The model has been finalized and its publication was prepared. The new data provide a detailed 3° resolution picture of the spatial distribution of the light obscuring material in the Southern Hemisphere. A substantial extinction towards the Southern Galactic pole was noted.

Huizinga and Van Albada (Groningen) studied the extinction properties of late-type spiral galaxies present in ESO-LV. Their goal is to further investigate the basis for the claim that Sb's and Sc's might be optically thick over their entire disks, with face-on extinctions of 0.7 mag. A statistical analysis of 1350 Sc's from ESO-LV showed that the classical picture, with considerable extinction in the central parts ($C=0.5$), but transparency at fainter isophotes ($C=0.9$) agrees well with the data, but that the effects of inclination on total magnitude may be larger than thusfar assumed. This last effect may be explained by inhomogeneous dust distributions. Further studies, involving extinction models of galaxies with inhomogeneous dust distributions and spiral arms are underway.

Huizinga (Groningen) continued with the statistical analysis of ESO-LV, which began during his two-year stay at ESO. The main subject concerns the photometric properties of S0-galaxies, and in particular their relation with local environment. The first goal was the construction of a quantitative bulge/disk parameter. Since ESO-LV only contains sparsely sampled luminosity profiles, classical bulge-to-disk deconvolution algorithms failed. The parameter adopted is a non-linear combination of two light-concentrations. This parameter showed the expected strong correlation with morphological type. No correlation was found with galaxy density for the sample of 750 S0's.

6.4.2.7 Peculiar, Active and Interacting Galaxies

Van Driel (Amsterdam), Mulder and Van der Kruit (Groningen) studied the HI distribution and kinematics of the spiral galaxies NGC 3310 and NGC 4736. Earlier studies of these systems indicated the presence of non-circular motions. The kinematics of NGC 3310 are complicated and have not yet been fully unraveled. NGC 4736 is fairly well behaved and the velocity field can be modelled using circular rotation. The inner regions do, however, show the kinematic

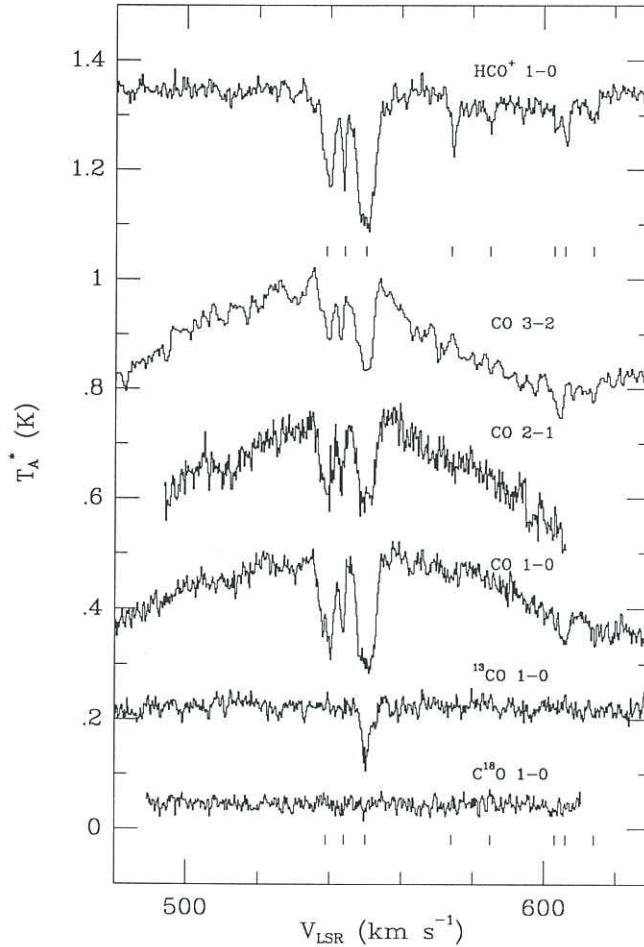


Figure 6.4.2

High-resolution spectra of HCO^+ 1-0, ^{12}CO 3-2, 2-1 and 1-0, ^{13}CO 1-0 and C^{18}O 1-0 toward the nucleus of Centaurus A. The spectra have been shifted in T_A^* by +1.05, +0.4, +0.25, 0.0, -0.05K, and -0.20 K, and have velocity resolutions of 0.29, 0.9, 0.23, 0.23, 0.23 and 0.23 km s^{-1} , respectively. Note the numerous absorption components in the HCO^+ spectrum at red-shifted velocities.

effects of a not fully axisymmetric potential.

The nucleus of the nearby radio galaxy Centaurus A (NGC 5128) is the only presently known extragalactic object that is bright enough

at millimeter wavelengths to show significant molecular line absorption against its continuum. Israel (Leiden), Van Dishoeck (Leiden), Baas (Leiden and JAC, Hilo), De Graauw (Groningen) and Phillips (Caltech, Pasadena) have used the ESO-SFEST and the Caltech CSO (sub)millimetre telescopes to observe the ^{12}CO J=1-0, 2-1, 3-2, ^{13}CO and C^{18}O absorption and emission towards the nucleus of Cen A (see figure 6.4.2). The ^{12}CO emission profiles clearly show two components. The strongest one has a velocity width varying between 70 and 115 km/s depending on the spatial resolution used. It appears to be cold (10 K) gas located at a considerable distance to the nucleus, most likely associated with the dust-lane crossing the optical image of Cen A. The second component is much broader, with a width of 260 km/s, and is only seen towards the nucleus. It must represent a rapidly rotating disk of molecular material with a diameter of about 800 pc. Its dynamical mass is between 0.8 and $6.3 \cdot 10^9 M_{\odot}$, yielding a gas-to-total mass ratio of about 1 percent. The deepest absorption lines close to the systemic velocity appear to be caused by this circumnuclear disk, rather than by the dust-lane. They indicate column densities of order $N(\text{H}_2) = 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ and excitation temperatures of order 25 K. Especially in HCO^+ absorption spectra, several more absorption lines with lower optical depth and at predominantly redshifted velocities (infall) are seen which are the subject of ongoing study.

Hummel (Jodrell Bank), Van der Hulst (Groningen), Kennicutt (Steward Obs.) and Keel (Univ. of Alabama) completed their analysis of the radio properties of the nuclei of interacting galaxies. The central radio sources in interacting galaxies are on average a factor 5 stronger than in more isolated galaxies, confirming the older result of Hummel (Ph.D. thesis, 1980). Most of this difference can be ascribed to an enhanced star formation activity in the nuclear region. A similar difference is found between the nuclei of barred and non-barred spiral galaxies. The nuclei classified as "Liner" from optical spectroscopy do not show this large difference in radio luminosity, suggesting that interactions do not influence Liner activity. It appears that all galaxies with compact VLBI cores have Liner or Seyfert type spectra, in support of the idea that these objects are accreting central black holes. Interactions apparently do cause an enhanced star formation rate in the nuclear region but do not significantly affect the accretion rates of central black holes.

Van Driel (Amsterdam), Combes and Guerin (Meudon) started a CO and HI study of interacting and merging galaxies. Objects under study are NGC 660 and IC 749/750. The CO content of the latter pair is much smaller than expected and complementary HI observations are under way.

De Vries and Kuijpers (Utrecht) have continued their study of the role of magnetic fields in the central parts of active galactic nuclei (AGN). After a study of a magnetic flare model for the X-ray variability of AGN, they are now studying the dynamical role of magnetic fields in VLBI-scale radio jets. These jets seem to consist of individual "blobs" which move with superluminal velocities and emit synchrotron radiation. The emission of these plasmoids varies over periods from months to a year.

Although several models exist which describe the collimation of these blobs into a jet-like configuration, there is little consensus on the production mechanisms for the relativistic electron population which produces the radio emission. The temporal variations in the radio flux indicate that continued (episodic) particle acceleration is required. They have put forward a new model based on Taylor-like magnetic relaxation. This is a form of self-regularization of a plasma from a non-linear to a linear force free state. Any excess magnetic energy is released by local resistive effects in the form of plasma heating and particle acceleration. The model only uses quantities which have been observed directly: a magnetized plasmoid which emits varying synchrotron radiation.

As a first step to determine the time-scales involved and the amount of energy which can be released, a perturbation analysis has been performed on an, originally linear force-free, cylinder and the excess energy has been calculated. The numerical results indicate that the model can indeed be applied to astrophysical jets. As a next step they will concentrate on a simple model for an isolated plasmoid: the spheromak.

6.4.2.8 Kinematics and Dynamics of Galaxies

Bottema (Groningen) continued his study of random stellar motions in galactic disks. The results for several galaxies have become available now and some general conclusions can be drawn. It seems that the velocity dispersion, both in the radial direction and perpendicular direction are, to first order, proportional to the

square root of the surface density as predicted for a locally isothermal stellar disk. For inclined galaxies ($i > 75$ degrees) the dispersion in the R-direction is measured and the disk dispersion is represented by the dispersion value at a radius of one scalelength. For close to face-on galaxies the dispersion in the z-direction is

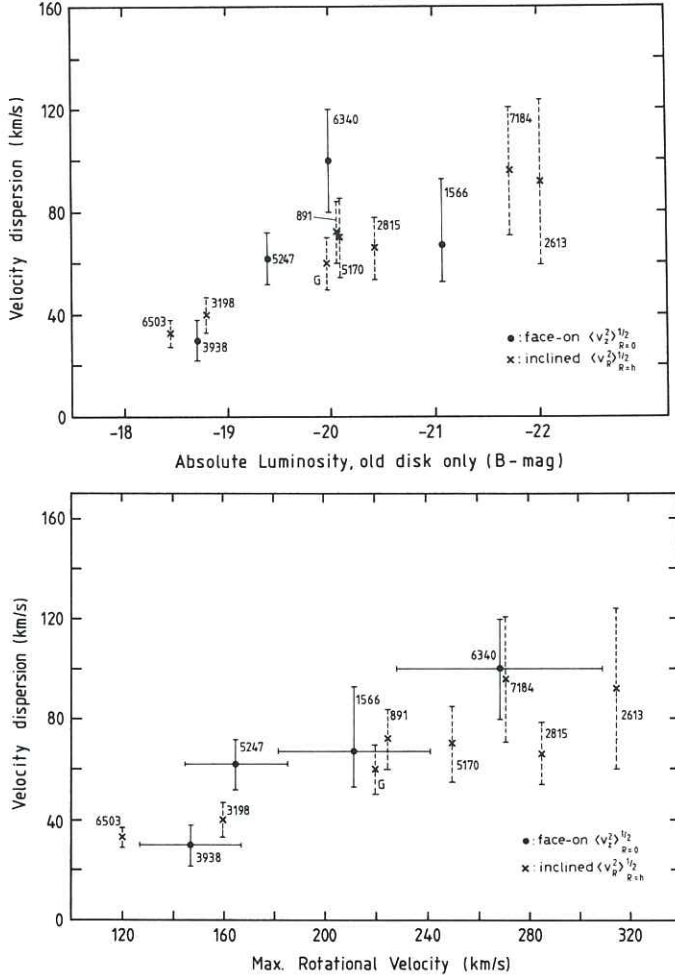


Figure 6.4.3

Galaxy velocity dispersions as a function of absolute luminosity and rotational velocity.

measured. The disk dispersion is now represented by the (extrapolated) value at $R = 0$.

The measured velocity dispersions of the observed galaxies are shown in the upper and lower parts of Figure 6.4.3 as a function of absolute magnitude and maximum rotational velocity respectively. The absolute magnitude refers only to the old disk light. This means that the bulge light and light of a young (massless) component have been subtracted. The rotational velocity for the face-on galaxies follows from the Tully-Fisher relation. All galaxies are of type Sc to Sb, only NGC 6340 is of type Sa. The figures illustrate that: (i) face-on and inclined galaxies follow the same relation and hence the ratio (≈ 0.6) of dispersions in the radial direction and in z found in the solar neighbourhood also applies to other galaxies; (ii) brighter galaxies have a larger velocity dispersion; and (iii) Freeman's law implies that larger galaxies are thicker.

The relations presented in Figure 6.4.3 also have implications for matters like Toomre's Q criterion, the relation between scale-length and scaleheight and the maximum disk rotation. These issues are topics of a further study.

Franx (Harvard Univ.), Illingworth (Lick Observatory) and De Zeeuw (Leiden) studied the intrinsic shapes of elliptical galaxies. New techniques were developed for the interpretation of the observed mean motions of the stars along the apparent major and minor axis of these systems. It was found that ellipticals are moderately triaxial as a class, but are not as flattened as predicted by current formation scenarios.

Hunter (Tallahassee) and De Zeeuw completed the delineation of triaxial dynamical models containing the full variety of box orbits, but only these tube orbits which are thin, i.e., those without radial epicyclic motion. These models have the maximum possible internal streaming motions, and can be constructed largely by analytic means. Total angular momenta and mass fractions of the different orbit families were calculated for a large variety of shapes.

Kent (Harvard Univ.) and De Zeeuw developed a fitting scheme that allows the calculation of accurate third integrals for stellar orbits in the solar neighbourhood. The results were applied to obtain the tilt of the velocity ellipsoid above the Galactic Plane.

The velocity ellipsoid of stars in the Galactic metal-poor halo was investigated by Van der Marel (Leiden) using simple solutions of the Jeans equations. Current observations do not rule out models

with either spherical or cylindrical alignment of the velocity ellipsoid, but give lower limits on the flattening of the dark halo and the metal poor halo.

De Zeeuw, Quillen, Phillips and Phinney (Caltech) studied the CO (2-1) emission of the inner dust-lane of the elliptical galaxy Centaurus A, observed at the CSO (Mauna Kea). Various models for the gas kinematics were developed, including motion along elliptic orbits, and motion in a warped disk. Some of the theoretical work needed for this was done in collaboration with Lees (Princeton Univ.).

De Zeeuw and Evans (Cambridge) developed the potential theory of elliptic disks, and showed that many new and simple families of potential-density pairs for such disks can be constructed by decomposing a given density in simple constituent building blocks, using Stieltjes transforms.

Robijn (Leiden) started a Ph.D. project on the stability of non-spherical galaxy models. The aim is to verify and significantly extend the few numerical and analytic results known in this area by use of the matrix method that was applied previously to models of disk galaxies and, more recently, to spherical models. He has shown that the matrix method is applicable also to spheroidal or triaxial Stäckel models. A program that uses this method to test the stability of oblate thin orbit models, in which only tube orbits with infinitesimal radial epicycles are populated, is nearly completed; results are expected in early 1991.

Van der Marel (Leiden) continued his work on detailed fitting of kinematic data for nearby elliptical galaxies, by using solutions of the Jeans equations for two-integral axisymmetric models. In collaboration with Cinzano (Padova) he is extending this work so as to include three-integral models, which will allow exploration of a larger variety of velocity anisotropy. A study of a large sample of galaxies with high quality photometric and kinematic data is under way, with as aim to establish the amount of radial anisotropy, and the possible presence of dark halos.

Van der Marel and Franx (Harvard Univ.) begun an investigation of the spectral line profiles of elliptical galaxies. The aim is to improve the current reduction procedure, which assumes a Gaussian shape of the observed Doppler broadened profiles, in order to derive more detailed information on the dynamical structure of these galaxies.

6.4.3 Clusters of Galaxies

6.4.3.1 HI in Galaxies in Clusters and Voids

Sancisi (Groningen), Tully, and Pierce (Univ. of Hawaii) observed a number of galaxies of the Ursa Major cluster in the 21-cm HI line with the WSRT. These observations are used to study: (i) the distribution of mass and light as a function of luminosity of galaxies, and (ii) the calibration of luminosity-linewidth relations of galaxies. Multi-colour CCD photometry of the same objects has already been obtained.

Szomoru (Groningen), Van Gorkom (Columbia Univ.) and Gregg (Univ. of Michigan) observed galaxies located in the Bootes void (at roughly 15000 km/s) with the VLA in D-array. The purpose is to investigate the HI properties of galaxies in an extreme low density environment. Of the seven target galaxies, five were detected; two of these proved to have companions of comparable size. All of these galaxies have rather large HI masses of the order of $5 \cdot 10^9 M_{\odot}$. In high resolution follow-up observations with the VLA in C-array they detected three galaxies, two of them with sufficient signal-to-noise and resolution to construct rotation curves. To date 34 galaxies are known to lie within the boundaries of this void. The remaining 27 void galaxies will be observed with the VLA in May 1991.

During 1990 the reduction and analysis of a VLA based blind HI survey covering equal volumes in a region of the Perseus-Pisces supercluster and the foreground void was finished. The aim of this survey was to investigate the spatial distribution of HI rich low luminosity dwarf galaxies and to establish whether galaxies of this type fill the voids as some theories of biased galaxy formation predict. The number of galaxies detected is smaller than expected from an extrapolation of the optical luminosity function and the data leave no room for a substantial population of HI dwarfs or gas rich, low surface brightness giants that could have been missed in conventional optical catalogues.

6.4.3.2 The Perseus Cluster

Sijbring (Groningen) reduced 21-cm HI observations of the galaxies in the Perseus cluster. Using the special calibration techniques provided by the DWARF package (redundancy and selfcal) a spectral dynamic range of 50000:1 was achieved. This makes it possible for the first time to search for HI-line emission in the Perseus

cluster. In a velocity coverage of 2300-8600 km/s and a spatial extent of ca. 2 Mpc, between 20 and 30 marginal detections have been found (out of a list of a few hundred optically known cluster galaxies). This low detection rate is consistent with the high X-ray flux from the cluster, if this result is interpreted as HI-deficiency of the galaxies in the cluster.

Goudfrooij (Amsterdam), de Jong (Amsterdam and Groningen), Jorgensen, Hansen and Norgaard-Nielsen (Copenhagen) studied NGC 1275, the central dominant galaxy in the Perseus cluster. Broad-band imaging, performed with the 1.0-m Jacobus Kapteyn Telescope on La Palma, reveals the presence of dark "blobs" whose extinction law is far from reminiscent of dust in the solar neighborhood. The data seem to point towards a "grey" extinction law, i.e. $A_I \approx A_V \approx A_B$, which could be due to very large dust grains. The implication of these results, e.g. with respect to the two velocity systems in NGC 1275 are being investigated.

6.4.3.3 Stellar Populations of Galaxies in Medium Redshift Clusters

Pickles (University of Hawaii) and Van der Kruit (Groningen) continued their population synthesis study of galaxies in medium redshift clusters. They have calculated a set of model isochrone spectra formed by combining stellar spectra in the proportions appropriate to the isochrone tabulations of Van den Bergh, together with a Miller-Scalo mass function. The model spectra cover the wavelength range 3000 - 10,000 Å and have been constructed for metallicities in the range $-1.0 < [\text{Fe}/\text{H}] < 0.5$ and for isochrone ages 2 to 15 billion years. The model spectra follow the isochrone tabulations by including contributions from stars along the main sequence and subgiant branch to the base of the giant branch. They also fully constrain the main sequence turnoff and early post-main sequence evolutionary phases. This work is preparatory to the analysis of the spectral observations in clusters.

Pickles and Van der Kruit obtained optical and infrared photometry in BVRI and JHK for 6 clusters, covering the redshift range $0.19 < z < 0.4$. Observations in this program have been obtained at the ESO 3.6-m telescope, at the 4.2-m WHT at La Palma and at Mauna Kea, Hawaii on UKIRT and the 2.2-m telescope of the University of Hawaii. They also obtained low-resolution spectra for about a dozen galaxies in each of the clusters. The wavelength resolution is about

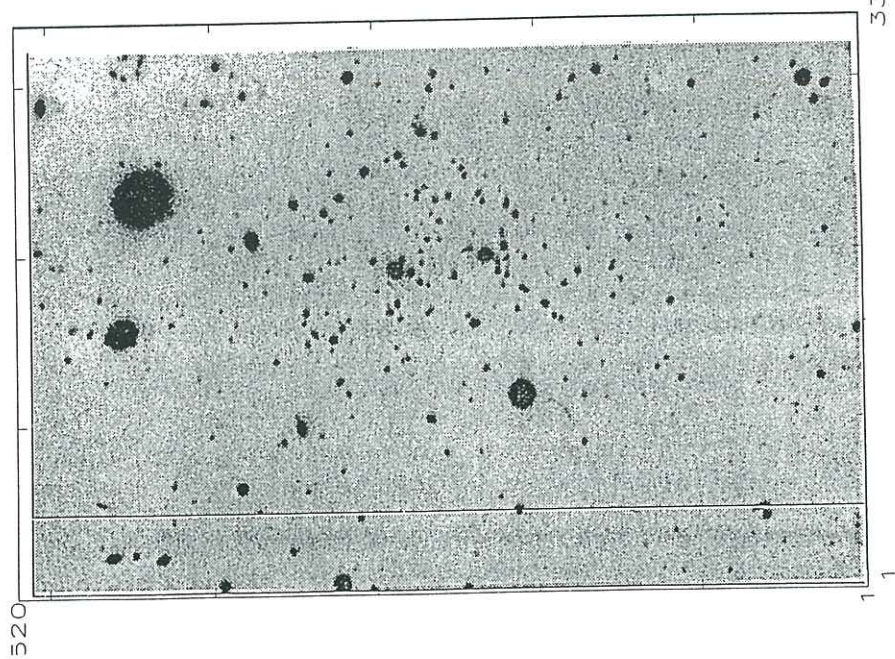
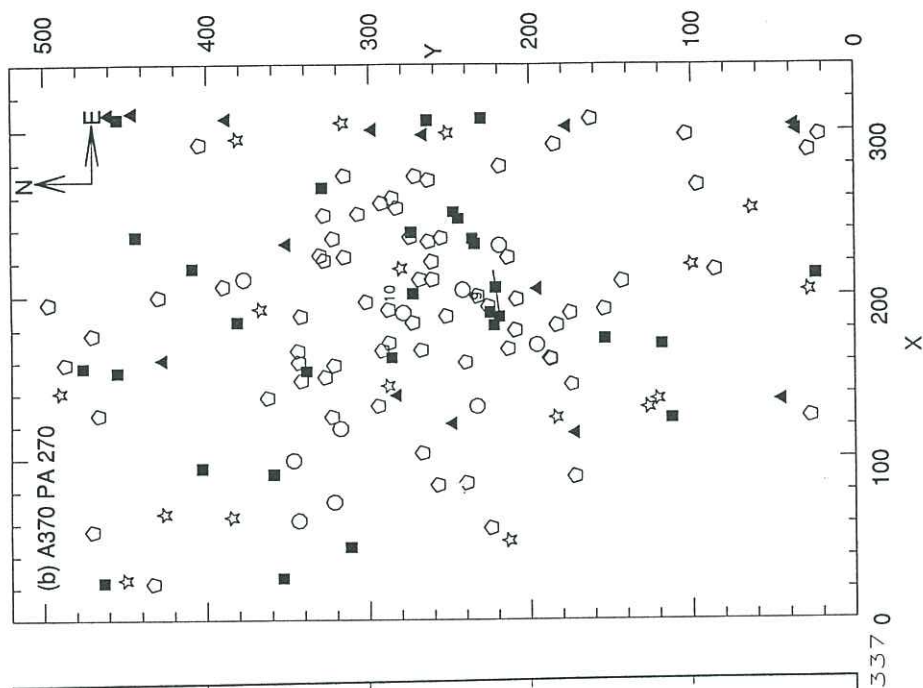
12 Å and the spectra have been flux calibrated using the photometry. The infrared photometry can be used to extend the broad-band flux levels for these spectra. Combining both optical and infrared array detectors to map these galaxies is obviously a useful technique in order to follow the signature of star formation.

The photometry has been used to study the colour-magnitude diagrams of the 6 clusters and the radial distribution of the cluster galaxies with optical and infrared colours. The most interesting result is a fairly clear spatial segregation in both optical and infrared colours. The bluer galaxies (defined simply as the bluer half of the sample) clearly define rims or spherical shells seen in projection around the clusters. This effect is most pronounced for the more distant (and most over-dense) clusters Cl0024 and A370 (see Figure 6.4.4) at $z = 0.4$, but is visible in A1525 at $z = 0.26$ also. These "blue-rim" galaxies do not form part of the spectroscopic sample, but are tentatively associated with relatively gassy galaxies falling into the cluster and impacting an outwardly moving shock caused by an accreting intracluster medium, with the impact causing star formation bursts which may deplete much of the gas in these "late-developers".

The "blue-rim" effect is most apparent in optical-infrared colours, and is still visible in the nearer clusters where the effect is then not visible in optical-optical colours. It appears that the signature of recent star formation lasts longer in the infrared than does the optical signature. As the star formation burst occurred some time ago, the burst will lose its blue signature in the optical and decay in luminosity as the upper main sequence stars quickly die. The galaxies will then develop a red signature in the infrared as the RGB develops a longer sustained phase about 2 Gyr after the burst. The infrared signature involves lower mass stars than does the optical, in agreement with the observation that the first lasts longer than the latter. The result also is supported

Figure 6.4.4

The cluster A370 at $z=0.375$. On the left a grey-scale image in the R-band. The area displayed measures 3.5×5.5 arcmin. On the right the distribution of galaxies as a function of optical colour. Red galaxies are shown as pentagons, medium blue ones as squares and very blue galaxies as triangles. The latter two symbols are filled. Known foreground/background galaxies are shown as open circles and stars are indicated as such. Note that real cluster galaxies are concentrated towards the center while bluer galaxies avoid this.



by the preliminary synthesis results, which show small but significant amounts of approximately 5 Gyr old stars in them.

6.4.3.4 Radio Continuum Emission from clusters of Galaxies

Sijbring (Groningen) finished measuring the flux densities of all point sources in the Perseus cluster at 49 and 92 cm. Measuring flux densities at 21 cm is in progress. These measurements will lead to an estimate of whether the flux and/or the spectral index of radio point sources, identified with cluster galaxies, is dependent on the radius from the cluster center. If this is the case the activity of radio galaxies might correlate with the densities of the intra cluster medium or the galaxy (or merely with galaxy type). Also the Radio Luminosity Function (RLF) can be derived for different frequencies and compared to RLF's derived for other environments. Finally a source count analysis will be made, since the continuum observations have very low flux detection limits. This would not be directly connected with the cluster, because many background sources are included in these counts.

6.4.4 Radio Galaxies and Quasars

6.4.4.1 Distant Radio Galaxies

At Leiden the large effort at Leiden devoted to searching for and studying distant radio galaxies continues. The finding technique is based on the fact that ultra-steep spectrum radio sources are systematically farther and more luminous than normal-spectrum sources. The group working on various aspects of ultra-steep spectrum radio sources consists of Chambers, Katgert, Miley, Rottgering, Wieringa, several students including Bremer, Reijns and Van Ojik and a research assistant, Mrs. Versteeg-Hensel.

A number of separate investigations are underway. Chambers and Miley (Leiden) together with Van Breugel (Univ. of California, Livermore) are continuing a study of a sample of fifty 4C sources selected to have ultra-steep spectral indices < -1 at frequencies above 0.2 GHz. Eight of them have bright emission lines with redshifts $z > 2$. Because the line and continuum emission are spatially extended, they are presumed to be distant galaxies.

Follow-up work on this 4C sample, either completed or in progress, includes: (i) VLA mapping at several frequencies with several configurations (ii) VLBI measurements at 90 cm (ii) high-resolution

optical spectroscopy (iii) broad and narrow-band optical imaging (iv) IR array mapping (UKIRT and Kitt Peak) (iv) IUE spectroscopy (v) high resolution optical imaging with the Hubble Space Telescope

All the $z > 1.5$ objects studied so far have giant (> 100 kpc) Lyman alpha halos whose line-widths indicate velocity dispersions of about 1000 km/s and a turbulent velocity field. The gas typically appears clumpy and the gas morphology appears to be related to that of the radio source, indicating that vigorous interaction occurs and that anisotropic nuclear photo-ionization is important. Analysis of multi-wavelength multi-configuration data with the VLA by Chambers, Bremer and Miley will result in radio polarization information for several of the high-redshift sources; it will provide independent diagnostics for studying the ionized gas.

One of the most important aspects of these studies concerns the nature of the optical/IR continuum emission. Spectral energy distributions have been determined for several of these objects with optical observations being complemented by 2.2 micron maps made with InSb arrays at UKIRT and Kitt Peak. Chambers and Miley are working on the interpretation of two remarkable properties exhibited by this emission, (i) its alignment along the radio axis and (ii) the relatively low scatter in the IR Hubble diagram. The most reasonable scenario is still that the aligned optical and IR flux is emitted by young stars formed by vigorous interaction of the radio jet with the ISM. Chambers and Charlton (STScI) have shown that a relatively young (few $\times 10^8$ y) stellar population can explain the statistics of the observed spectral energy distributions as well as the above properties. The stellar ages deduced are comparable with the probable lifetimes of the associated radio sources. Chambers and Fall (STScI) are investigating the physics of jet-induced star formation in more detail.

A detailed study of the space-density of aligned radio galaxies, and its dependence on radio luminosity and redshift is of fundamental importance for models of galaxy formation. The 4C sample covers less than a third of the sky and includes only the brightest radio sources. To find more $z > 2$ galaxies, Miley, Chambers and Rottgering (in collaboration with Hunstead (Univ. of Sydney) and Rawlings and Saunders (Univ. of Cambridge)) are continuing to work on several samples of radio sources known to have definite or suspected ultra-steep radio spectra from the Parkes, Molonglo Texas and Cambridge

surveys. These comprise a total of about 800 objects. Radio observations have been carried out with the VLA, the WSRT and the Molonglo Synthesis Telescope (MOST) to find which of the suspected sources definitely have ultra-steep spectra and to provide radio structural and positional information to be used for their optical identifications.

Optical and infrared follow-up of these various samples continues at the ESO, where the project has been designated as a "Key Programme", at La Palma and at UKIRT. CCD R-band imaging has now been carried out for about 200 candidates. A large fraction of these images show faint fuzzy objects aligned along the radio sources. Work has begun to constrain the optical and radio luminosity functions. Good optical spectroscopy has been obtained for about 20 of these objects. It resulted in several additional high-redshift ($z > 1.5$) galaxies.

Wieringa and Katgert (Leiden) continued their studies of a sample of faint, steep spectrum Westerbork sources, selected on the basis of the 327 MHz - 608 MHz spectral index as found from deep Westerbork surveys. In January 1990 spectra for a dozen identified sources in the sample were obtained using the WHT (La Palma). Although the continuum was detected in the spectra of all these sources, it was not possible to derive reliable redshifts as their lines seem to be weaker than those of the steep spectrum sources found at higher radio flux density levels. High resolution, VLA A-array observations at 20 cm were obtained of 60 sources, extending the steep spectrum sample to somewhat lower flux densities and obtaining morphological information for some complex sources observed earlier, at lower resolution. CCD-images in R were obtained on the INT (La Palma) for further identification work. A study of the radio-optical morphology based on these data is now in progress.

Miley and Tolstoy (Leiden) collaborate with Saunders and Rawlings (Univ. of Cambridge) to produce deep maps with the WSRT at 327 MHz of fields, which are being surveyed to faint levels by ROSAT and at 151 MHz by radio telescopes at Cambridge. The aims are twofold: (i) to identify faint ROSAT sources with steep-spectrum radio sources, (ii) to extract low-frequency ultra-steep spectrum candidates for distant galaxies. 14 fields have been observed, each for at least 2 x 12 hours and the reduction is underway.

6.4.4.2 Quasars

Barthel (Groningen) continued his research of Quasars and other types of Active Galactic Nuclei. WSRT high dynamic range observations of the superluminal quasar 3C216 were analysed in search for a possible radio halo (collaboration with De Bruyn (NFRA) and De Blok (Groningen)). A faint halo with a size of tens of arcseconds was discovered: 3C216 could be an otherwise normal triple quasar seen end-on. Barthel also conducted high dynamic range VLA observations of all $z > 3$ radio-loud quasars, in search for faint jets and halo's. The goal is to study quasar cosmic evolution as well as unification theories.

VLBI observations with a transatlantic network, of the nuclei of two giant radio galaxies were obtained and correlated. Initial analysis of the data, in search of structure and of structural variations on the parsec scale, was undertaken and will be continued. Aim of these projects, which are carried out in collaboration with Schilizzi, De Bruyn (NFRA), and others, is to test radio source (orientation) models. Figure 6.4.5 shows an example. Mark the classical radio source structure on this milliarcsec scale.

Barthel and Lonsdale (MIT Haystack Obs.) finished the mapping of an extensive VLA data set (high resolution observations of radio-loud high-redshift quasars). A data paper, containing about 180 maps, is in preparation. These data were obtained in collaboration with Miley (Leiden).

The epoch-dependence of quasar radio morphologies, as reported in 1988 by Barthel and Miley (Nature 333, 319) is being examined critically by Bogers (Groningen) and Barthel. Using an optimized low-redshift comparison data set, also obtained at the VLA, epoch and luminosity dependence of source parameters are subject of study.

Barthel and Coleman (Groningen) made VLA observations of a sample of radio-quiet quasars, using the extreme sensitivity of the VLA X-band (3.7 cm) system. Radio polarization data for these objects will be compared with similar data of (always radio-quiet) Broad Absorption Line (BAL) QSOs, in order to investigate BAL models including the one suggested by Barthel. This latter model explains the BAL phenomenon as being due to a nonrelativistic thermal jet outflow, thereby unifying radio-quiet QSOs with quasars of the radio-loud population into similar theories.

Together with Barthel (Groningen) and Fosbury (ESO), Hes (ESO and Groningen) started a Ph.D. project to study pro's and con's of

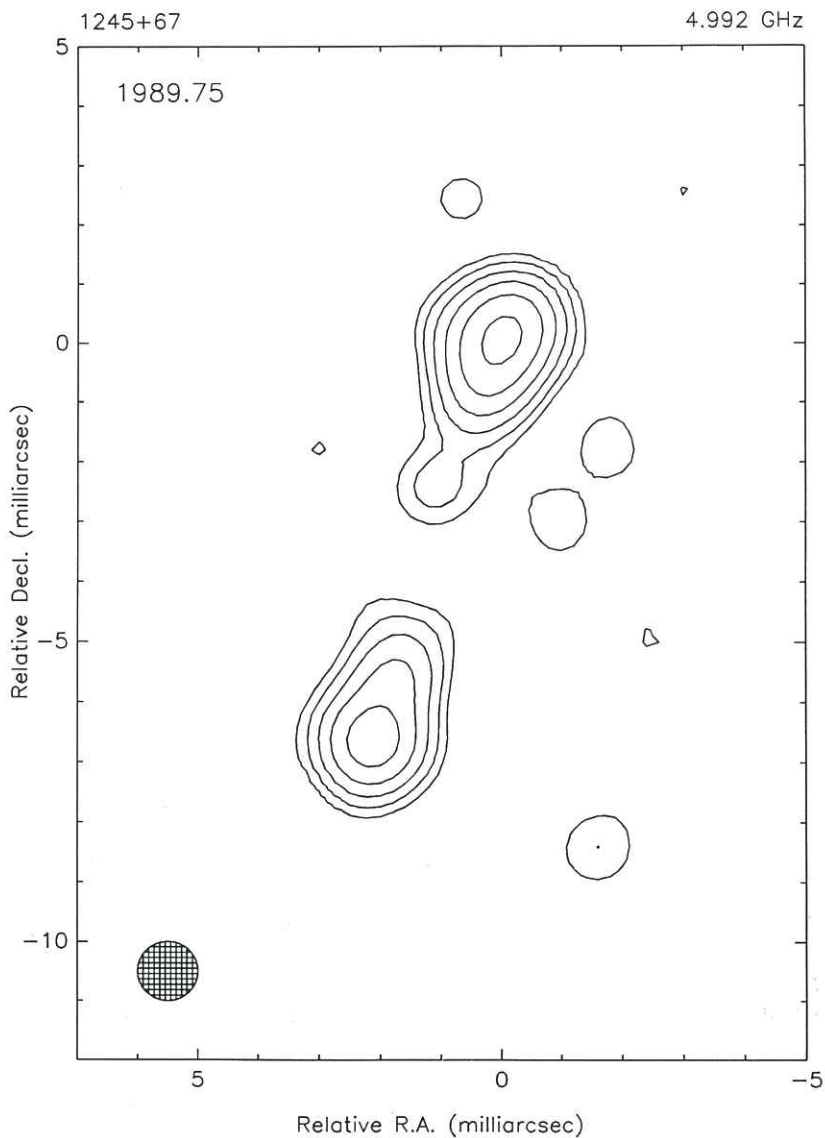


Figure 6.4.5

(Transatlantic) VLBI map of the core in 1245+67, a giant (1.3 Mpc) double-lobed radio galaxy. Angular resolution is 1 milliarcsec, peak flux density 42 mJy. The evolution of the core morphology will be monitored.

Barthel's unification model for (radio-loud) quasars and radio galaxies in detail. Two (complete) samples of equatorial 3C-sources will be studied with the ESO 3.6m telescope, imaging and spectroscopically.

Using optical spectra of 67 radio-loud quasars, obtained with the Palomar 200-inch telescope, Tytler (UC San Diego) and Barthel have almost completed an investigation of associated absorption line systems in quasars. Analysis of the emission line parameters (in collaboration with Miley) will hopefully be carried out by a Danish guest-student.

In search of the origin and properties of associated heavy-element absorbers in QSOs, Barthel undertook an imaging and spectroscopy project with the ESO New Technology Telescope. In collaboration with Tytler (Univ. of California, San Diego) and Djorgovski (Caltech), narrow- and broadband images as well as spectroscopic data were obtained for two samples of radio-loud and radio-quiet QSOs displaying this class of absorption lines. Analysis is in progress.

A project on high-redshift ($z > 1.8$) quasars being carried out by Miley (Leiden), Heckman, Lehnert (Johns Hopkins Univ.) and Van Breugel (Univ. of California) complements the Leiden work on distant radio galaxies. The aim of the quasar project is to search for extended line and continuum emission around these objects. The initial program consisted of deep imaging with the 4m telescope at Kitt Peak of a sample of 20 high-redshift ($z > 2$) radio-loud QSO's. In 15 cases, the Lyman-alpha emission is spatially resolved and for 6 - 10 of the QSO's, the UV continuum is also spatially-resolved. These data represent the first large body of non-radio data concerning spatially-resolved line and continuum structures surrounding high redshift QSO's.

The group concludes that the radio-loud QSO's are immersed in huge (100 kpc-scale) ionized gas nebulae and galaxy-sized regions of UV-emitting continuum emission. If the UV continuum "fuzz" is produced by stars, a star-formation rate of several hundred solar masses per year is required to sustain the UV luminosity. It is likely that the emission lines are produced by clouds in the interstellar or circumgalactic media of young galaxies being photo-ionized by QSO radiation that escapes anisotropically along the radio axis. Confinement of the clouds requires a substantial total gas mass ($> 10^{11} M_{\odot}$). The interaction of the radio jet with the ambient

gaseous medium may enhance the (radio) visibility of the jet plasma, and lead directly to the observed small sizes and distorted and asymmetric structures of the radio sources.

Schilizzi (NFRA) and several collaborators observed and analyzed VLBI observations of several Compact Steep Spectrum and high redshift Quasars. For a more detailed discussion see section RG+QV of this Annual Report.

The giant quasar 0309+41, discovered serendipitously in the WSRT 327 MHz observations of the Perseus cluster, was mapped by De Bruyn (NFRA and Groningen), Barthel (Groningen) and Schilizzi (NFRA), at high sensitivity at 6 and 21 cm using the WSRT.

6.4.4.3 Radio Jets

Miley (Leiden), Sparks (STScI), Macchetto (STScI/ESA) and the Faint Object Camera Investigation Definition Team used the HST to obtain a high-resolution image of the synchrotron jet in the radio galaxy 3C 66B. The spatial resolution was 0.1", a factor of 12 better than previous optical images and more than 3 better than the VLA. On the scale of the radio structure the optical and radio morphologies appear similar. The jet is seen to display a peculiar double- stranded filamentary structure. The data imply that there is either localized particle acceleration, or that the radiating electrons are accelerated in the nucleus and transported outward along a channel having low magnetic field and consequent low radiation losses.

Sparks (STScI), Macchetto (STScI/ESA) and Miley (Leiden) are also investigating synchrotron jets with ground-based telescopes. Using EFOSC on the ESO 3.6m telescope they detected optical polarization from the jet in the radio galaxy PKS 0521-36. This is the third radio galaxy of which the jet has been measured to be optically polarized. Unlike that of M87, the polarization position angle of PKS 0521-36 is aligned along the jet.

6.4.4.4 Radio Source Surveys

De Bruyn (NFRA) and Miley (Leiden) proposed using Westerbork to make a survey at 327 MHz and 610 MHz of a large fraction of the northern sky ("WENSS") at the level of 10 - 15 mJy. WENSS will begin in 1991 and will exploit the new possibilities of field mosaicking in which by fast pointing offsets several tens of separate fields can be observed quasi-simultaneously. The goal of WENSS is to

produce a catalogue over a time span of a few years containing several hundred thousand radio sources. Such a survey will allow radio-colour selection to be applied over huge samples at relatively faint flux levels and should result in a large range of new scientific possibilities (see also section 6.1.9).

Nan Rendong (Beijing Observatory), Schilizzi (NFRA) and C. and R. Fanti (Bologna) have completed analysis of 49 cm observations of the complete sample of 3CR CSS sources (see section 6.1.7.2).

6.4.5 Large Scale Structure in the Universe

Van de Weygaert (Leiden) succeeded in explaining the recent puzzling result of a quasi-periodic redshift distribution in a narrow pencil-beam survey by means of a distribution of galaxies in a Voronoi foam.

One way to study the clustering of galaxies on the largest scales, is to determine the redshifts of all galaxies in a very small solid angle on the sky to a high depth. This is called a pencil-beam redshift survey, and is essentially a one-dimensional redshift survey. Combining several of these surveys around the North- and South Galactic Pole, Broadhurst et al. (1990) recently found a $128 \text{ h}^{-1} \text{ Mpc}$ period in the redshift distribution. This result is striking for two reasons. Firstly, the observations point to the existence of structures of a size exceeding $100 \text{ h}^{-1} \text{ Mpc}$, which are not expected in the known models of structure formation by gravitational instability. Secondly, it suggests the existence of a (quasi)-periodicity in the redshift distribution, which cannot be understood at all if the galaxy distribution behaves like that throughout the Universe.

Because the redshift distribution in the Broadhurst et al. result is very reminiscent of a cellular distribution of galaxies, with the galaxies concentrated in large walls (like the recently discovered "Great Wall", which formed the first redshift peak in the pencil beam survey), Van de Weygaert strongly encouraged and assisted by Bernard Jones, tried to investigate whether one could reproduce the periodicity in a Voronoi foam. In all cases one sees a very spiky redshift distribution, as can be expected in a cellular distribution of galaxies. There are no clear signs of periodicity. In 15 percent of the beams, however, one does see a periodicity. When one normalizes the entire foam by putting the mean distance between the Voronoi vertices equal to the mean distance between Abell clusters ($55 \text{ h}^{-1} \text{ Mpc}$) the mean distance between the peaks in the beams

becomes of the order $105 h^{-1} - 150 h^{-1}$ Mpc, remarkably similar to the observed value in the Broadhurst et al. result.

Van de Weygaert (Leiden), Martinez (Valencia) and Jones (Copenhagen and Leiden) continued their project on the connection between the multifractal description of point distributions (galaxy distribution) and Minimal Spanning Trees. In 1989 they succeeded in using the Minimal Spanning Tree of the galaxy distribution to extract its Hausdorff dimension. In a recent article ("The Minimal Spanning Tree as an estimator for Generalized Dimensions") they succeeded in solving the problem of using the Minimal Spanning Tree for estimating all generalized dimensions of a point distribution, not just the Hausdorff dimension. Van de Weygaert, Jones and Martinez applied the MST method to the well-known Henon attractor, and they showed that the dimensions, and the related singularity spectrum $f(\alpha)$ compare quite well with those determined using more conventional estimators.

Van de Weygaert, Jones, Van Haarlem and Van Kampen (Leiden), continued work on generating cosmological initial conditions using the beautiful Constrained Random Field (CDM) code of E. Bertschinger. The results of this code, eg. a proto-cluster in a specific cosmological scenario, are used as the initial conditions in an N-body code, either the Barnes-Hut treecode or the Bertschinger PM-code. Several simulations were carried out, in order to understand the N-body codes, eg. with respect to their energy and momentum conservation behaviour. The simulated objects indeed resemble clusters of galaxies quite well.

One of the prime motivations to start simulations of voids in different cosmological scenarios, is to get a better understanding of their role in cosmological evolution. It was observed, for instance, that voids do possess a hierarchy in the CDM scenario, ie. large voids contain smaller voids, which contain smaller voids, etc. This appears to be reminiscent of the recent results of galaxy redshift surveys, in which one sees small voids (de Lapparent et al. 1986) inside enormous underdense regions, like the one bordered by the "Great Wall" (Geller and Huchra, 1989).

7 Organisatie

(per 31 december 1990)

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

<i>Bestuur:</i>	Einde termijn
Prof. Dr. W.B. Burton	31-12-1992
Ir. C. Kramer	31-12-1994
Prof. Dr. P.C. van der Kruit, <i>voorzitter</i>	31-12-1994
Prof. Dr. M. Kuperus, <i>vice voorzitter / secretaris</i>	31-12-1992
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

<i>Raad van Advies:</i>	
Prof. Dr. T.S. van Albada	31-12-1993
Prof. Dr. A.G. de Bruyn	31-12-1991
Prof. Dr. H.R. Butcher	31-12-1992
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:

Prof. Dr. W.N. Brouw (t/m 31 december 1990)
Dr. W.H.W.M. Boland (vanaf 1 januari 1991, ad interim)
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 Directie

Prof. Dr. W.N. Brouw, *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

Prof. Dr. A.G. de Bruyn, Hoofd Astronomengroep (t/m 31 dec. 1990)

Dr. R.G. Strom, Hoofd Astronomengroep (vanaf 1 januari 1991)

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

7.3 Programma Commissie

Dr. R. Braun*

Prof. Dr. W.N. Brouw*

Dr. C.P. O'Dea (tot 1 september 1990)

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

Dr. U.J. Schwarz

Dr. Ir. C. Slottje*

* leden qualitate qua

7.4 Buitenlandse Adviseurs

Dr. J.M. Beckers	ESO	Duitsland
Dr. D. Downes	IRAM	Frankrijk
Dr. R.D. Ekers, <i>voorzitter</i>	ATNF	Australië
Prof. Dr. A.C. Fabian	Institute of Astronomy	Engeland
Prof. Dr. J.E. Gunn	Princeton University	USA
Prof. V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India

7.5 Quality Monitoring Committee

Dr. R.G. Strom, voorzitter
Prof. Dr. A.G. de Bruyn
Dr. A.R. Foley
Dr. R. Braun
Dr. E. Raimond
Dr. U.J. Schwarz
Drs. H.W. van Someren Gréve

De voorzitter van het Bestuur van de Stichting wordt voor de vergaderingen van de Commissies uitgenodigd.

7.6 Commissies Landelijke ASTRON Werkgemeenschappen

Tussen haakjes zijn de plaatsvervangers vermeld.

LWG Zon en Sterren

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

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

Leiden (RUL) - Dr. J. Lub

Groningen (RUG) - Prof. Dr. H.R. Butcher
- Dr. J.W. Pel

Utrecht (RUU) - Dr. A. Achterberg
- 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. Olton)

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

- Groningen - Dr. P.R. Wesselius, *secretaris*
(ROG) (Dr. M.W.M. de Graauw)

- Leiden - Prof. Dr. W.B. Burton
(RUL) - Prof. Dr. H.J. Habing
(Dr. V. Icke)
(Dr. F.P. Israel)

- Leiden - Prof. Dr. J.M. Greenberg
(LAF)

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

- - Prof. Dr. W.W. Shane

LWG Sterrenstelsels

- Amsterdam - Prof. Dr. T. de Jong
(UvA)

- Dwingeloo - Prof. Dr. A.G. de Bruyn
(ASTRON) - Dr. E. Raimond
- Dr. R.T. Schilizzi

- Groningen - Prof. Dr. T.S. van Albada
(RUG) - 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)

- - Prof. Dr. W.W. Shane

7.7 Dienst Commissie (DC)

- | | |
|---|---------------------|
| A. Doorduyn, <i>vice secretaris</i> | (uitzendzaken) |
| D. Hoogenraad, <i>vice voorzitter</i> | |
| G. Kuper | |
| Dr. F.M. Olnon, <i>secretaris</i> | (DC-zaken) |
| H.J. Stiepel | (VGW- en BGD-zaken) |
| Ir. E.E.M. Woestenburg, <i>voorzitter</i> | |

7.8 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

7.9 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

7.10 Algemene kontakten voor popularisering

Dr. Ir. C. Slottje
D. Hoogenraad

7.11 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

7.12 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	(08/87-02/91)
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</i>	(06/88-06/91)
	Dr. P. Katgert	(10/90-10/93)
	plaatsvervanger: Prof. Dr. G.K. Miley	

JCMT Users Committee	Dr. F.P. Israel	(04/87-04/90)
	Drs. R.S. le Poole	(04/90-04/93)
	Dr. P.R. Wesselius	(10/88-10/90)
	Dr. R. Waters	(11/90-11/93)

UKIRT Users Committee	Prof. Dr. G.K. Miley	(06/89-06/92)
-----------------------	----------------------	---------------

La Palma Management	Prof. Dr. H.R. Butcher	
	plaatsvervanger: Prof. Dr. W.N. Brouw	

Joint Steering Committee	Prof. Dr. P.C. van der Kruit, <i>voorzitter</i>	(12/86-)
	Prof. Dr. W.N. Brouw	(10/87-)

JCMT Board	Prof. Dr. W.B. Burton	(10/87-)
	Prof. Dr. W.N. Brouw	(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	

JCMT TAP	Ir. E.E.M. Woestenburger, <i>voorzitter</i>	
----------	---	--

7.13 Lidmaatschappen (Inter)nationale commissies

Dr. W.H.W.M. Boland	- Nederlandse Astronomen Club (penningmeester)
	- IAU
Dr. R. Braun	- ESO VLT Interferometry Panel
	- WSRT Programma Commissie (secretaris)
Ir. J.D. Bregman	- EVN VLBI Technical Working Group
Dr. W.N. Brouw	- European VLBI Network Consortium, Board of Directors
	- 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
	- Steering Committee FAST Hipparcos reduction consortium (voorzitter)
	- Stuurgroep UK/NL
Prof.Dr. A.G. de Bruyn	- European VLBI Programme Committee
	- IAU Commissie 40
	- Commissie Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels
	- Raad van Advies ASTRON
Ir. J.L. Casse	- Stuurgroep UK/NL samenwerking
	- ING Programme and Coordinating Committee
	- JCMT Instrumentation Working Group
Dr. A.R. Foley	- EVN Technical Working Group
	- WSRT Programma Commissie
A.C. Hin	- Nederlandse Astronomen Club
Ir. H.C. Kahlmann	- Nederlands URSI comité (secretaris)
	- WSRT Programma Commissie

Ir. H.C. Kahlmann

- Studiegroep VII CCIR
- Inter Union Commission on the Allocation of Frequencies (IUCAF)
- European Science Foundation committee on Radio Astronomy Frequencies (CRAF) (voorzitter)
- URSI commission J representative
- Nationale Voorbereidingscommissie WARC92

Ir. J.E. Noordam

- Interferometry Working Group, subcommittee of the ESA "Lunar Study Steering Group"
- GHRIL Users Committee, subcommittee of the La Palma Users Committee (LPUC)
- Scientific Organising Committee for the ESO conference "High Resolution Imaging by Interferometry II", October 1991

Dr. E. Raimond

- ADAM Steering Committee
- Commissie Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels
- ESIS Astronomical Database Working Group
- Working group on the coordination of astronomical software
- IAU Commissie 5
- IAU Commissie 8
- IAU Commissie 33
- IAU Commissie 40
- European FITS-committee
- FITS subcommittee of IAU Commission 5
- Steering Committee on the Remote Use of Overseas Telescopes
- 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)

- | | |
|------------------------|--|
| Dr. R.T. Schilizzi | <ul style="list-style-type: none"> - COSPAR Commission E: Research in Astrophysics from Space (Executive member) - European Consortium for VLBI (Project manager) - Radio Astronomy Panel, Inter Agency Coordination Group (IACG) - ESA IVS Science Team - International Association of Geodesy: <ul style="list-style-type: none"> - 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 |
| Dr. T.A.Th. Spoelstra | <ul style="list-style-type: none"> - IAU Commissie 8, lid Working Group on Astronomical Refractions (WGAR) - IAU Commissie 40, Working Group on the protection of molecular lines - IAU Commissie 50 - International Association of Geodesy: <ul style="list-style-type: none"> - Special Study Group SSG 4.93, Special Study Group SSG 2.84 - European Science Foundation committee on Radio Astronomy Frequencies (CRAF) |
| Dr. R.G. Strom | <ul style="list-style-type: none"> - Commissie Landelijke Werkgemeenschap Interstellair Materie - IAU Commissie 28 - IAU Commissie 34 - IAU Commissie 40 - Panel for the Allocation of Telescope Time, UKIRT TAG |
| Ir. G.H. Tan | <ul style="list-style-type: none"> - Nederlandse Microgolf Contactgroep |
| Ir. E.E.M. Woestenburg | <ul style="list-style-type: none"> - Nederlandse Microgolf Contactgroep - Technical Advisory Panel JCMT (voorzitter) |

8 PERSONEEL

(per 31 december 1990)

Voorzitter van de Directie

Prof. Dr. W.N. Brouw

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
9. Telefoniste/receptioniste/adm. medewerkster	Mw. R. 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 (per 19-11-1990)

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
5. Radioastronomisch waarnemer	¹⁾ P. van den Akker
6. Radioastronomisch waarnemer	G. Kuper
7. Radioastronomisch waarnemer	S. Sijsma
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
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. Ontwikkel electronicus/ Medewerker publieksvoorlichting	D. Hoogenraad
4. Projectleider bijzondere projecten	R.J.H. van 't Land
5. Technisch documentalist	G.B.B. van der Toorn
6. Instrumentatie technicus/ Ontwikkel technicus	H.J. Borkhuis
7. Instrumentatie technicus/ Ontwikkel technicus	P.A. Wesdorp (tot 1-3-1990)
8. Ontwikkel electronicus	K. Brouwer

9. Ontwikkel electronicus	Y.J. Koopman
10. Ontwikkel electronicus	L. Nieuwenhuis
11. Ontwikkel electronicus	P.H. Riemers
12. Ontwikkel electronicus	S.Th. Zwier
13. Ontwikkel electronicus	²⁾ P. v.d. Kraats (vanaf 19-2-1990)
14. Electronisch project technicus	J. Buiten
15. Electronisch project 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. Technisch tekenaar	R. van Dalen
29. 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 project ontwerper	A. Doorduyn
8. Electronisch project ontwerper	A. Koeling
9. Elektronisch project ontwerper	Ing. R.P. Millenaar
10. Elektronisch project ontwerper	L.J. van der Ree
11. Elektronisch project ontwerper	J.F.N. Roosjen

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 12. Elektronisch project ontwerper | J. Hofman
(per 1 oktober 1990) |
| 13. Ontwikkel electronicus | R. Kiers |
| 14. Electronisch project technicus | A.G. Poot |

8.5 Computergroep

- | | |
|---|--|
| 1. Hoofd Computergroep | Dr. E. Raimond |
| 2. Wetenschappelijk Systeemontwerper | Drs. J.P. Hamaker |
| 3. Wetenschappelijk Systeemontwerper | Ir. J.E. Noordam |
| 4. Wetenschappelijk Systeemontwerper | Dr. F.M. Olon |
| 5. Wetenschappelijk Systeemontwerper | Drs. H.W.van Someren
Gréve |
| 6. Wetenschappelijk Systeemontwerper | Dr. T.A.Th. Spoelstra |
| 7. Systeemanalist | G.N.J. van Diepen
(vanaf 1 juli 1990) |
| 8. Systeemanalist | Y.W. Kroodsma
(tot 31 januari 1990) |
| 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 gegevens-
verwerking | 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. A.G. de Bruyn |
| 2. Astronoom | Dr. T. Ghosh |
| 3. Astronoom | Dr. P. Henning |
| 4. Astronoom | Dr. R.T. Schilizzi |
| 5. Astronoom | Dr. R.G. Strom |
| 6. Astronoom | Dr. L. Tacconi |
| 7. Astronoom | Dr. L. Tacconi-Garman
(50%, per 1-7-1990) |

8.7 Uitgezonden in het kader UK/NL-samenwerking

La Palma

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Mechanisch ontwikkeltechnicus | J.H. Haan |
| 2. Ontwikkel electronicus | R.J. Pit |
| 3. Senior programmeur | ³⁾ P.H. van der Velde |
| 4. Systeemanalist | ³⁾ G.N.J. van Diepen
(tot 1 juli 1990) |
| 5. Computertechnicus | ³⁾ K.J.C. Stuurwold |

Hawaiï

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

³⁾ gedetacheerd vanuit computergroep

8.8 Gastmedewerkers

1. Li Wenquan (Chang Chun Universiteit, China,
20/11/1990 - 20/05/1991)

Appendix A. Financiën

<i>Ontvangen subsidies</i>	(kf)	totaal
NWO, gewoon subsidie	10.053	
NWO, investeringssubsidie	5.400	
IAS 1987-1991	800	
IAS 1988-1992	700	
Voorfinanciering UK/NL aflossing	1.000	
Herfinanciering UK/NL exploitatiekosten	139	
Totaal subsidies:		18.092

<i>Uitgaven</i>	(kf)	totaal
1. Exploitatie		10.698
Personeelskosten Instituut	7.075	
Personeelskosten Projekten	1.100	
Exploitatie Instituut	2.438	
Exploitatie Projekten	85	
2. WSRT		644
Onderhoud	250	
VLBI ontwikkeling/onderhoud	50	
Vervanging Elektronica	144	
SRT Backend	200	
3. Vervangingsinvesteringen		0
Computers/meetinstrumenten	0	
4. IAS		1.500
Computers/meetinstrumenten	800	
Multi-frequency-frontend ontwikkeling	700	
Meetinstrumenten	0	
5. UK/NL		5.250
Kapitaal afbetaling	2.670	
Exploitatie	2.530	
Apparatuur	50	
6. VLBI Processor		0
Bouwbegeleiding	0	
Totaal uitgaven:		18.092

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 coordinating 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> <i># of complex channels: (2-bit)</i> <i>(1-bit)</i> <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> <i># of complex channels:</i>	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	2	1	.5	.25	.125		
	4							

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 wavelengths 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

- Baum, S.A., O'Dea, C.P., Murphy, D.W., Bruyn, A.G. de,
0108+388: a compact double source with surprising properties,
Astron. Astrophys. **232**, 19.
- Baum, S.A., Heckman, T., Breugel, W. van,
Long-Slit Optical Spectroscopy of Emission-Line Nebulae in Radio Galaxies: The Data, Astrophys. J. Suppl. **74**, 389.
- Bos, A.,
Instrumentatie voor radioastronomisch spectraalijn onderzoek,
Tijdschrift van het NERG **55**, 2, 45-50.
- Bottema, R.,
The Kinematics of the Barred Spiral Galaxy NGC 3059,
Astron. Astrophys. **233**, 372.
- Braun, R.,
The Interstellar Medium of M31: I. A survey of neutral hydrogen emission, Astrophys. J. Suppl. **72**, 755.
- Braun, R.,
The Interstellar Medium of M31: II. A survey of $\lambda 20$ cm continuum emission, Astrophys. J. Suppl. **72**, 761.
- Briggs, F.H.,
Rules of Behavior for Galactic Warps, Astrophys. J. **352**, 15.
- Ekers, R.D., Wall, J.V., Shaver, P.A., Goss, W.M., Fosbury, R.A.E.,
Danziger, I.J., Moorwood A.F., Malin, D.F., Monk, A.S. and
Ekers, J.A.
A Complete Sample of Radio Galaxies, - I. The radio data,
Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **236**, 737.
- Fanti, R., Fanti, C., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Nan Rendong,
Parma, P., Breugel, W.J.M. van, Venturi, T.,
On the Nature of Compact Steep Spectrum Radio Sources,
Astron. Astrophys. **231**, 333.
- Foley, A.R., Barthel, P.D.,
3C245: A moderately beamed quasar, Astron. Astrophys. **228**, 17.

- Goudfrooij, P., Nørgaard-Nielsen, H.U., Hansen, L., Jørgensen, H.E.,
Jong, T. de,
An extended disk of ionized gas in IC 1459,
Astron. Astrophys. **228**, L9.
- Greidanus, H., Strom, R.G.,
Kinematics in CTB 80, Astron. Astrophys. **240**, 376.
- Greidanus, H., Strom, R.G.,
IRAS observations of RCW 86, Astron. Astrophys. **240**, 385.
- Hjellming, R.M., Stewart, R.T., White, G.L., Strom, R.G., Lewin,
W.H.G., Hertz, P., Wood, K.S., Norris, J.P., Mitsuda, K.,
Penninx, W., Paradijs, J. van,
Radio and X-ray states in the X-ray binary Sco X-1,
Astrophys. J. **365**, 681.
- Hogeveen, S.J.,
The mass-ratio distribution of visual binary stars,
Astrophys. Space Sci., **173**, 315.
- Israel, F.P., Driel, W. van,
*A Detailed Study of the Post-Starburst Galaxy NGC 1569. III. A
Hole in the Gas Distribution*, Astron. Astrophys. **236**, 323.
- Kaper, L., Hammerschlag-Hensberge, G., Takens, R.J.,
*Raman scattering as a diagnostic tool in the massive X-ray
binary 4U1700-37*, 1990, Nature, **347**, 652.
- O'Dea, C.P.
*Do quasars with radio spectra peaked at gigahertz frequencies
have extremely high redshifts?*, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **245**,
Short Communication, 20.
- O'Dea, C.P., Baum, S.A., Morris, G.B.
CCD observations of GigaHertz-peaked-spectrum radio sources,
Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **82**, 261.
- O'Dea, C.P., Baum, S.A., Morris, G.B.
CCD observations of GigaHertz-peaked-spectrum radio sources,
Astron. & Astrophys. **230**, 253.
- O'Dea, C.P., Baum, S.A., Stanghellini, C., Morris, G.B., Patnaik,
A.R., Gopal-Krishna
*Multifrequency VLA observations of GHz-peaked-spectrum radio
cores*, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **84**, 549.
- O'Dea, C.P., Baum, S.A., Stanghellini, C., Morris, G.B., Patnaik,
A.R., Gopal-Krishna
*Multifrequency VLA observations of GHz-peaked-spectrum radio
cores*, Astron. & Astrophys. **239**, 452.

- Owen, F.N., O'Dea, C.P., Keel, W.C.,
Long-Slit Spectroscopy of 3C 31, 3C 75, 3C 465, NGC 1265 and Cygnus A, *Astrophys. J.* **352**, 44.
- Penston, M.V. et al. (57 authors among whom Barthel, P., Baum, S.A., De Bruyn, A.G., Miley, G., O'Dea C.P., Schilizzi, R.T.)
The Extended Narrow Line Region of NGC 4151. I. Emission Line Ratios and their Implications, *Astron. Astrophys.* **236**, 53.
- Pijpers, F.P.,
A model for the wind of the M supergiant VX Sagittarii, 1990, *Astron. Astrophys.*, **238**, 256.
- Pottasch, S.R.,
Planetary Nebulae as Standard Candles: The Distance to the Galactic Center, *Astron. Astrophys.* **236**, 231.
- Stanghellini, C., Baum, S.A., O'Dea, C.P., Morris, G.B.
Extended radio emission associated with GHz-peaked-spectrum radio sources, *Astron. Astrophys.* **233**, 379.
- Strom, R.G., Someren Gréve, H.W. van.,
Synchronous aperture synthesis observations of pulsars, *Astrophys. and Sp. Science* **171**, 351.
- Strom, R.G., Riley, J.M., Spinrad, H., Breugel, W. van, Djorgovsky, S., Liebert, J., McCarthy, P.J.,
New radio maps and optical identifications of distant 3C sources, *Astron. Astrophys.* **227**, 19.
- Strom, R.G., Someren Gréve, H.W. van,
Improved interferometric positions for pulsars, *Astron. Astrophys.* **233**, 605.
- Tacconi, L.J., Young, J.S.,
The Distribution of the Interstellar Medium in the Scd Galaxy NGC 6946. III. Azimuthal Variations in the Molecular and Atomic Components, *Astrophys. J.* **352**, 595.
- Tacconi-Garman, L.E., Schloerb, F.P., Claussen, M.J.,
High Spectral Resolution Observations and Kinematic Modelling of the 1667 MHz Hyperfine Transition of OH in Comets Halley (1982i), Giacobini-Zinner (1984e), Hartley-Good (1985l), Thiele (1985m) and Wilson (1986l), *Astrophys. J.* **364**, 672.
- Walton, N.A., Walsh J.R., Sahu, K.C.,
The Kinematic Structure of NGC 7139, *Astron. Astrophys.* **230**, 445.

- Werf, P.P. van der, Goss, W.M.,
*High Resolution HI Observations of HII Regions. II. HI and the
Magnetic Field near W3*, Astron. Astrophys. **238**, 296.
- Werf, P.P. van der, Higgs, L.A.,
Radio and Infrared Observations of the HII Complex BG 2107+49,
Astron. Astrophys. **235**, 407.
- Wilkinson, P.N., Bruyn, A.G. de,
*Shell-like structure in 41.9+58, a powerful supernova remnant in
M82*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **242**, 529.
- Woestenburg, E.E.M.,
*Schottky-mixer ontwikkeling voor het sub-millimeter golflengte
gebied*, Tijdschrift van het NERG **55**, 2.

C.2 Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen

- Baum, S.A., O'Dea, C.P., De Bruyn, A.G., Murphy, D.W.,
0108+388: A Compact Double with Suprising Properties,
Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and
R. Fanti), p. 53.
- Beckman, J.E., Cepa, J., Knapen, J.H.,
*Phase Coherent Star Formation Processes in the Discs of Grand
Design Spirals*, in: Dynamics of Galaxies and their Molecular
Cloud Distributions (eds. F. Combes and F. Casoli) p. 89.
- Bregman, J.D.,
Performance of Detectors for HRI, HRI Workshop, 22-23 May,
Galway, Ireland.
- Briggs, F.,
Rules of Behavior for Galactic Warps, in: Dynamics and
Interaction of Galaxies (ed. R. Wielen), Heidelberg Conf. Proc.,
p. 358.
- Bruyn, A.G. de,
Invited Review on Observations of the BLR, Proceedings XIth IAU
Regional meeting "New Windows to the Universe", (eds. Sanchez,
F. and Vasquez, M.), p. 219.
- Bruyn, A.G. de,
Limits on the expansion of the radio source in OQ208,
Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and
R. Fanti), p. 206.

- Carlstrom, J., Higgs, L., Hills, R., Raimond, E., Webster, A.,
Short-Baseline Interferometry at the James Clerk Maxwell Telescope, an interim report of a panel established by the JCMT board, May 1st, 1990.
- Cepa, J., Beckman, J.E., Knapen, J.H.,
Large Scale Coherent Star-Formation in NGC 4321, in: Dynamics of Galaxies and their Molecular Cloud Distributions (eds. F. Combes and P. F. Casoli) p. 90.
- Dallacasa, D., Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Venturi, T.,
VLBI Observations of CSS from the Peacock and Wall Catalogue, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 77.
- Dickel, J.R., Breugel, W.J.M. van, Strom, R.G.,
Radio polarimetry of Tycho's SNR, Galactic and Intergalactic Magnetic Fields, (eds. R. Beck, P. Kronberg, R. Wielebinski), p. 76.
- Driel, W. van, Brink, K., Jong, T. de,
The Optical, Radio and Far-infrared Properties of the Interacting Pair NGC 2207/IC 2163, in: Dynamics and Interactions of Galaxies (ed. R. Wielen), Heidelberg Conf. Proc., p. 102.
- Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Nan Rendong, Parma, P., Breugel, W.J.M. van, Venturi, T.,
Structures of CSS jets in the 3CR Sample, Proc. Workshop on Parsec-scale Radio Jets, (Ed. A. Zensus), p. 203.
- Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Breugel, W.J.M. van, Parma, P., Venturi, T., Nan Rendong,
Survey of 3CR CSS's, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 5.
- Fanti, R., Fanti, C., Stanghellini, C., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Breugel, W.J.M. van,
Large Scale Structure Around 3CR CSS's, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 48.
- Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Breugel, W.J.M. van, Parma, P., Venturi, T., Nan Rendong, Muxlow, T.,
3CR CSS Sources at 1.7 and 5 GHz, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 64.
- Hogeveen, S.J.,
in: Errors, Bias and Uncertainties in Astronomy, 1990, Cambridge University Press, (eds. C. Jaschek and F. Murtagh), p. 347.

- Kahlmann, H.C.,
Seti and the Radiospectrum, 41st International Astronautical Congress, Dresden, October.
- Kamphuis, J., Hulst, J.M. van der, Sancisi, R.,
High Velocity Gas in External Galaxies, in: *The Interstellar Medium in External Galaxies: Summaries of Contributed Papers* (eds. D.J. Hollenbach, H.A. Thronson), p. 12.
- 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, 1990, ESA SP-310 (II)*.
- Kaper, L., Henrichs, H.F., Zwarthoed, R., 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. L.A. Wilson and R. Stalio, 1990, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Nan Rendong, Schilizzi, R.T., Fanti, C., Fanti, R.,
50-cm Observations of CSS Sources, *Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources*, (eds. C. and R. Fanti), p. 67.
- Noordam, J.E.,
High accuracy polarisation measurements with the WSRT, IAU Colloquium 131, Socorro, USA.
- Noordam, J.E.,
The history of the GHRIL, GHRIL Users meeting, Galway, Ireland.
- Noordam, J.E.,
Proposal for a medium-term ESA strategy for optical interferometry in Space, Presentation of SIST report to the ESA Astronomy Working Group, Capri, Italy.
- O'Dea, C.P.
A Hitchhikers Guide to Optical Properties of Powerful, Compact, GHz-Peaked-Spectrum Radio Sources, *Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources*, (eds. C. and R. Fanti), p. 182.
- O'Dea, C.P., Stanghellini, C., Baum, S.A.,
Radio Spectra of Powerful, Compact, GHz-peaked-spectrum Sources, *Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources*, (eds. C. and R. Fanti), p. 34

- Pijpers, F.P., Hearn, A.G., Habing, H.J.,
Driving the wind of AGB stars by linear acoustic waves,
 Proc. Colloquium on "From Miras to planetary nebulae: Which path
 for evolution?", eds. M.O. Mennessier and A. Omont, 1990,
 Editions Frontières, p. 131.
- Roelfsema, P.R.,
High Resolution Radio Recombination Line Observations, in: Radio
 Recombination Lines: 25 Years of Investigations
 (eds. M.A. Gordon, R.L. Sorochenko), p. 57.
- Sancisi, R.,
Observational Evidence for Dark Matter, in: LEP and the Universe
 (eds. J. Ellis, P. Salati and P. Shaver), Proc. ESO-CERN Topical
 Workshop, p. 39.
- Sancisi, R.,
Peculiar HI in and around Galaxies, in: Windows on Galaxies
 (eds. G. Fabbiano, J. Gallagher and A. Renzini), Proc. Erice
 Workshop, p. 199.
- Sancisi, R., Broeils, A., Kamphuis, J.J., Hulst, J.M. van der,
Observed Gas Infall into Galaxies, in: Dynamics and Interactions
 of Galaxies (ed. R. Wielen), Heidelberg Conf. Proc., p. 304.
- Schilizzi, R.T.,
Introduction to the Workshop, Proc. Dwingeloo Workshop on
 CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 1.
- Schilizzi, R.T., Inoue, M., Nan Rendong, Fanti, C., Fanti, R.,
 Shengyin, Wu,
Flux Density Measurements at 43 and 92 GHz on CSS Sources,
 Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C and
 R. Fanti), p. 42.
- Schilizzi, R.T., Fanti, C., Fanti, R., Spencer, R.E., Sanghera, H.,
 Venturi, T., Nan Rendong, Breugel, W.J.M. van,
Where is the Core in 3C343, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS
 Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 125.
- Schwarz, U.J., Lasenby, J.,
*Zeeman Observations of the Magnetic Field in the Galactic
 Centre*, in: Galactic and Intergalactic Magnetic Fields
 (eds. R. Beck, R.R. Kronberg, R. Wielen), p. 383.
- Somerén Gréve, H.W. van,
Holographic observations with the WSRT, Workshop on "The
 Holographic Testing of Large Radio Telescopes", Nizhnij,
 Caucasus, USSR, 10-13 September 1990.

- Spoelstra, T.A.Th.,
Radio Astronomy and WARC 1992, Proceedings of the 10th International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, Wroclaw, June 26-29, (eds. J. Janiszewski, W. Moron and W. Sega), p. 987.
- Spoelstra, T.A.Th., Kahlmann, H.C.,
Interference Problems in Radio Astronomy - VI, Netherlands Foundation for Research in Astronomy, Internal Technical Report 194.
- Spoelstra, T.A.Th., Kahlmann, H.C.,
Interference Problems in Radio Astronomy - VII, ESF-CRAF-M-07.
- Spoelstra, T.A.Th., Kahlmann, H.C.,
Interference Problems in Radio Astronomy - VIII, ESF-CRAF-M-08.
- Spoelstra, T.A.Th.,
Interference Problems in Radio Astronomy, Proceedings of the URSI/IAU Symposium on "Radio Astronomical Seeing", 15-19 May 1989, Beijing, China, (eds. J.E. Baldwin, Wang Shouguan), International Academic Publishers/Pergamon Press, p. 245.
- Spoelstra, T.A.Th., Yang Yi-pei,
Reduction of Interference in Observations with Synthesis Radio Telescopes, Proceedings of the URSI/IAU Symposium on "Radio Astronomical Seeing", 15-19 May 1989, Beijing, China, (eds. J.E. Baldwin, Wang Shouguan), International Academic Publishers/Pergamon Press, p. 266.
- Spoelstra, T.A.Th., Yang Yi-pei,
Effects of ionospheric scintillation on radio interferometry, Proceedings of the URSI/IAU Symposium on "Radio Astronomical Seeing", 15-19 May 1989, Beijing, China, (eds. J.E. Baldwin, Wang Shouguan), International Academic Publishers/Pergamon Press, p. 189.
- Spoelstra, T.A.Th., Yang Yi-pei,
Reduction of Interference in Observations with Synthesis Radio Telescopes, Proceedings of the 10th International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, Wroclaw, June 26-29, (eds. J. Janiszewski, W. Moron and W. Sega), p. 596.
- Stanghellini, C., Baum, S.A., O'Dea, C.P., Morris, G.B.,
How common is extended radio emission associated with GHz-peaked-spectrum radio sources?, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources, (eds. C. and R. Fanti), p. 55

- Strom, R.G.
Supernova Remnants, Proceedings XIth IAU Regional meeting "New Windows to the Universe", (eds. Sanchez, F. and Vasquez, M.), p. 463.
- Strom, R.G.,
Magnetic fields & ionized gas in elliptical galaxy halos, Galactic and Intergalactic Magnetic Fields, (eds. R. Beck, P. Kronberg, R. Wielebinski), p. 459.
- Tacconi, L.J.,
The Azimuthal Distribution of the ISM in NGC 6946, in Submillimetre Astronomy, (eds. G.D. Watt and A.S. Webster), Kluwer Academic Publishers, p. 243.
- Tacconi-Garman, L.E., Schloerb, F.P., Claussen, M.J.,
A Kinematic Model for Cometary Comae, Asteroids, Comets, Meteors III, (eds. C.I. Lagerkvist, H. Rickman, B.A. Lindblad and M. Lindgren), p. 455.
- Tilanus, R.P.J., Allen, R.J.,
Spiral Structure of M51, in: The Interstellar Medium in External Galaxies: Summaries of Contributed Papers (eds. D.J. Hollenbach, H.A. Thronson), p. 298.
- Verschuur, G.L., Spoelstra, T.A.Th.,
The need for high resolution for polarization studies of galactic background radiation, Proceedings of IAU Symposium 140 on "Galactic and intergalactic magnetic fields", (eds. R. Beck, P.P. Kronberg, R. Wielebinski), Kluwer, Dordrecht, p. 62.
- Vos, C.M. de, Bregman, J.D., Schwarz, U.J., Wouts, R.,
Recent results in Dutch High Resolution Imaging, posterbijdrage HRI Workshop, 22-23 May, Galway, Ireland, posterbijdrage NAC Oostkapelle.
- Zhang Fu Jun, Shengyin, Wu, Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Hummel, C.A., Chu, H.S.,
The Complex Structure of the Core of 3C286, Proc. Dwingeloo Workshop on CSS/GPS Sources (eds. C and R. Fanti), p. 107.

C.3 Proefschriften

Lintel Hekkert, P. te,

The Evolution of OH/IR stars and their dynamical properties,
Promotor: Prof.Dr. H.J. Habing, Referent: Dr. F.M. Olnon,
dissertatie Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen,
Rijksuniversiteit Leiden, 163 pg.

Tilanus, R.P.J.,

The Structure of the Spiral Arms in M51 and M83, Promotores:
Prof.Dr. R.J. Allen, Prof.Dr. R. Sancisi, dissertatie Faculteit
Wiskunde en Natuurwetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen,
128 pg.

Velthoven, P.F.J. van,

Medium scale irregularities in the ionospheric electron content,
Promotores: Prof.Dr. W.N. Brouw, Prof.Dr. F.W. Sluijter, Co-
promotor: Dr. H. Kelder, dissertatie Technische Universiteit
Eindhoven, 245 pg.

Wakker, B.P.,

Interstellar Neutral Hydrogen at High Velocities, Promotores:
Prof.Dr. H. van Woerden, Prof.Dr. J.N. Bregman, Referent: Dr.
U.J. Schwarz, dissertatie Faculteit Wiskunde en Natuurweten-
schappen, Rijksuniversiteit Groningen, 249 pg.

C.4 Internal Technical Reports

No.	Auteurs	Titel
192	J.D. Bregman	Performance Data of an analogue multiplexed bus system with 16-bit A/D converter used as a multichip CCD camera controller.
193	R. Braun	Precision Telescope Control for the WSRT.
194	T.A.Th. Spoelstra	Interference Problems in Radioastronomy - 6.
195	H.C. Kahlmann	Enige gevolgen van een off-set in de plaatsing van een belichter voor het Multi Frequency Front End.
196	G.H. Tan	Interference Problems in Radioastronomy - 8.

C.5 Notes *

No.	Auteur	Titel
555	G.H. Tan	Report feasibility study Multi Frequency Front End.
557	E. Raimond	Reducing tape-handling in the La Palma Archive operations.
558	G.N.J. van Diepen	Final report on agreement no. JCMT/INST/03/A.
559	E.E.M. Woestenburger	M.F.F.E. Opzet LO 1.
561	J.F.N. Roosjen	RadioAstron 6 cm Receiver.
562	J.L. Casse	PCB fatigue stress during launch.
563	J.L. Casse	Thermal Model RadioAstron 6 cm Receiver.
567	L.H. Sondaar	RadioAstron 6 cm Receiver.
	J.L. Casse	System Interface Specification.
		Tentative determination of the reliability of the WSRT line backend.

C.5 (vervolg)*

No.	Auteur	Titel
568	J.L. Casse	300 K radiation onto the 4K station through an infrared filter in the 70K radiation shield of a helium cryostat. WSRT VLBI-Mk3 Frequency Configurations. Description of a 2 MByte PC-AT. Extended memory board to be used with the NFRA CCD camera controller. Thoughts on upgrading the WSRT. Noise source determination of X- and Y-dipole phase difference at 18 cm. Testing of lead-alloy SIS-junctions.
569	A.C. Hin	
570	A. Doorduyn	
571	A.G. de Bruyn	
572	R.G. Strom	
573	E.E.M. Woestenburg L.J. van der Ree	

* 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

Spoelstra, T.A.Th., Schwarz, U.J.,
Maharadja Sawai Jai Sing II en zijn sterrenwachten in India,
Zenit 17, p. 272.

C.7 Artikelen in Newsletters

ASTRON/NFRA Newsletter No. 1, June 1990

- *The archive of WSRT observations* by E. Raimond and A.G. de Bruyn
- *The WSRT at 327 MHz: a status report* by A.G. de Bruyn
- *The best ever all-sky HI-survey* by D. Hartmann (Leiden)
- *Optical interferometry in space* by J.E. Noordam

Protostar No. 10, August 1990

- *CO (J=3-2) Mapping of M82* by L.J. Tacconi and R.P.J. Tilanus

ASTRON/NFRA Newsletter No. 2, September 1990

- *Holographic observations with the WSRT* by H.W. van Someren Gréve
- *The status of the WSRT telescopes* by H.C. Kahlmann
- *New multi frequency front ends for the WSRT* by G.H. Tan
- *When 1×12^h is almost as good as 2×12^h : a sampling theorem lesson* by R.G. Strom
- *Observations of the 18-cm OH absorption from Comet Austin (1989c1)* by L.E. Tacconi-Garman
- *Analyzing light curves by maximizing entropy* by R.G.M. Rutten (NFRA/La Palma)

ASTRON/NFRA Newsletter No. 3, December 1990

- *Mosaicing with the WSRT* by R. Braun and A.G. de Bruyn
- *Blowing bubbles in spiral galaxies* by J. Kamphuis (Groningen)
- *Ground based Astronomy*, a report by the European Science Foundation
- *A distributed "Expertise Centre" for Astronomy* by E. Raimond
- *The MacRobert Award for the JCMT* by J.E. Noordam
- *Radioastronomy and the Radiospectrum* by H.C. Kahlmann
- *The 90-cm Dutch Telescope at La Silla, equipped with a CCD camera* by A.M. van Genderen

C.8 Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1990

F. Baas (JAC/ASTRON/Leiden) Recent developments around the JCMT.

J. Beckers (ESO) The Very Large Telescope
Interferometer (VLTI).

D. Bhattacharya	Evolution of magnetic field of neutron stars.
K. Chambers (Leiden)	High redshift radio galaxies.
R. Hammerschlag (Leiden)	De open-toren zonne-telescoop.
G.C. James (Tasmania)	Successive projections and microwave holography of large reflector antennas.
D. Murphy (JPL)	VLBI and Radio Astron.
N. Roos (Leiden)	Disrupted stars as broad line clouds.
J. O'Sullivan (CSIRO)	Activities at CSIRO Radiophysics.
J. Tinbergen (Roden)	Optical differencing, a technique for high relative precision in measurement of optical flux.
R. Wade (JAC)	JCMT Results
W. van der Veen (ROE/ASTRON)	
K.W. Weiler (US Naval Obs.)	USNO/NLR optical interferometry program.
W. Waller (StarStuff Inc. Seattle, Wash, U.S.A.)	Dynamical constraints on massive star formation in galaxies.
S. Madden (MPI Extraterrestrische Physik, Garching)	The Universe as seen through the eyes of FIFI.

De Nederlandse radio-astronomie in de toekomst

A.G. de Bruyn (Dwingeloo)	WSRT extensie met 2-3 telescopen.
J.D. Bregman (Dwingeloo)	Een 300 km lage-frequentie array.
A. Bos (Dwingeloo)	Een miljoen-kanaals correlator?
R. Braun (Westerbork)	De Europese opvolger van de WSRT.

C.9 Colloquia / voordrachten gegeven door medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo

- Baum, S.A. - *0108+388, a compact double source with surprising properties*, Dwingeloo.
 - *Extended Emission Line Gas in Powerful Radio Galaxies*, U. of Iowa, Iowa; Carnegie Mellon University; Penn State, Pennsylvania; Columbia Univ. New York.
- Baum, S.A. and
O'Dea, C.P. - *Multifrequency VLA Observations of PKS0745-191: A Unique 'Cooling Flow' Radio Source?*, Washington DC.
- Braun, R. - *Small-Scale Properties of HI in Nearby Galaxies*, IAU Symp. No. 144, Leiden.
 - *Imaging the universe in HI and CO*, National Brainstorm Day, Utrecht.
- Bruyn, A.G. de - *Broad forbidden line emission from Seyfert 1 galaxies*, Landerssternwarte, Heidelberg.
 - *Confinement of the radio source OQ208*, Dwingeloo en Heidelberg.
 - *WSRT Systeem praatje*, Westerbork.
 - *Constraints on the BLR from radio observations*, Heidelberg Workshop on Variability of Active Galaxies.
 - *WSRT 2000*, NBD, Utrecht.
- Noordam, J.E. - *Optical Interferometry in Space*, U.S. Naval Observatory, Washington D.C., USA.
 - *High resolution Imaging*, Voordracht voor de Ned. Ver. voor Weer en Sterrekunde, Afd. Groningen.
- O'Dea, C.P. - *Powerful, ultracompact radio sources*, U. of Iowa, Iowa; U. of Pittsburgh, Pennsylvania; University of Maryland; Penn State, Pennsylvania; Columbia University; Kapteyn Laboratorium, Groningen; Sterrewacht Leiden.

- O'Dea, C.P.
- *Cm Wavelength radio spectra of GPS radio sources*, Dwingeloo.
 - *Optical observations of GPS radio sources*, Dwingeloo.
 - *Do quasars with radio spectra peaked at GHz frequencies have high redshifts?*, Oxford meeting on Galaxies at High Redshift.
- Schilizzi, R.T.
- *International VLBI Satellite (IVS)*, (i) ESA Parijs; (ii) IAU Colloquium 123, Baltimore; (iii) Radioastron Review Meeting, Helsinki; (iv) IAU Regional Meeting, Sydney; (v) Russian Roulette Meeting, CSIRO Sydney.
 - *European VLBI Network*, Misuzawa, Japan.
 - *Compact Steep Spectrum Sources*, Nobeyama, Japan.
 - *VLBI Data Reduction*, Tokyo.
 - *(i) Introduction to the Workshop, (ii) mm Observations of CSS Sources, (iii) Where is the Core in 3C343*, Workshop on CSS and GPS Sources, Dwingeloo.
 - *Future Directions of Space VLBI*, COSPAR, Den Haag.
 - *New Results in Dutch Radio-astronomy*, URSI, Prague.
 - *SS433*, Sydney Association for Astrophysics, Sydney; Physics Department, University of Adelaide.
 - *Compact Structure in Continuum Radio Sources*, Molonglo Observatory 25th Anniversary Symposium, Sydney.
- Spiegelstra, T.A.Th.
- *Radio astronomy and WARC 1992*, Sterrenwacht Kraków.
 - *Mapping continuum polarization*, Sterrenwacht Kraków; Sterrenkundig Instituut, Torun.
 - *Reduction of interference for synthesis instruments*, Radiosterrenwacht, Torun.

- Strom, R.G.
- *Mapping of 20 μ emission from the supernova remnant Cas A*, contributed paper Tucson Conference on Astrophysics with Infrared Arrays.
 - *WSRT observations of pulsars*, colloquium, Kapteyn Lab., Groningen; Colloquium, Sterrenkundig Instituut, Utrecht; Colloquium, Sterrenkundig Instituut, Amsterdam.
 - *Waarnemingen van Supernovae*, Symposium A-Eskwadraat, Utrecht.
 - *Double radio source in Cyg X-3*, KNAW Colloquium, Amsterdam.
 - *Strategies for scientific research*, NBD, Utrecht.
 - *De Krab Nevel: deeltjes versneller, reageerbuis, magnetron, stofzuiger en toch supernovarest*, Nijmegen.
- Tacconi, L.J.
- *The Spiral Structure of NGC 6946*, poster presentation, American Astronomical Society Meeting, Washington D.C.
 - *CO Observations of Southern SO Galaxies*, Lunch Talk, Groningen.
 - *Cold Gas in Galaxies: A Tool for Understanding Galactic Evolution*, Colloquium, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona.
 - *Multi-Transition CO Observations of External Galaxies*, Invited Talk, Nederlandse Astronomenclub, Amsterdam.
- Tan, G.H.
- *The multi-frequency frontend: a new type frontend for the Westerbork Synthesis Radio Telescope*, IAU Colloquium no. 131., Socorro, USA.
- Woestenburg, E.E.M.
- *Instrumentation for a sub-mm telescope*, SHAPE Technical Centre, Den Haag.

C.10 Deelname aan congressen en conferenties van medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo

- | | |
|------------------|---|
| Baum, S.A. | <ul style="list-style-type: none">- Workshop on CSS and GPS Sources, Dwingeloo, June.- American Astronomical Society Meeting, Washington DC, January.- FEAG meeting, Leiden, March. |
| Boland, W.H.W.M. | <ul style="list-style-type: none">- 12th European Regional Astronomy Meeting, Davos, October.- IAU Symposium 147 on Fragmentation of molecular clouds and star formation, Grenoble, June.- ARBO congres 1990, Symposium over preventie van arbeidsverzuim vanwege psychische klachten, Amsterdam, June.- 45e Nederlandse Astronomen Conferentie, Oostkapelle, May. |
| Bos, A. | <ul style="list-style-type: none">- URSI XXIIIth General Assembly, Praag, August/September.- 45e Nederlandse Astronomen Conferentie, Oostkapelle, May. |
| Braun, R. | <ul style="list-style-type: none">- IAU Symposium 144 on The Interstellar Disk-Halo Connection in Galaxies, Leiden.- National Brainstorm Day, Utrecht, September. |
| Bregman, J.D. | <ul style="list-style-type: none">- Workshop on High Resolution Imaging, Galway, May.- 45e Nederlandse Astronomen Conferentie, Oostkapelle, May. |
| Brouw, W.N. | <ul style="list-style-type: none">- IAU Colloquium 131 on Radio Interferometry, Socorro, October. |

- Bruyn, A.G. de
- Workshop on CSS and GPS Sources, Dwingeloo, June.
 - Workshop on Variability in AGN, Heidelberg, September.
 - "Lovers of Active Galaxies" meetings in (i) La Laguna, Tenerife, February; (ii) Heidelberg, September.
 - National Brainstorm Day, Utrecht, September.
 - FEAG meeting, Leiden, March.
- Casse, J.L.
- 10th RadioAstron Review Meeting, Helsinki, May.
 - 11th Radioastron Review Meeting, Moscow, October/November.
- Hamaker, J.P.
- IAU Colloquium 131 on Radio Interferometry, Socorro, October.
 - DECUS Holland Symposium, Mierlo, April.
- Kahlmann, H.C.
- URSI XXIIIth General Assembly, Praag, August/September.
- Noordam, J.E.
- GHRIL Users Meeting, Galway, May.
 - IAU Colloquium 131 on Radio Interferometry, Socorro, October.
 - SPIE Conference on Optical Instrumentation, Parijs, January.
- O'Dea, C.P.
- Workshop "Galaxies at High Redshift", Oxford, August.
 - Workshop on CSS and GPS Sources, Dwingeloo, June.
 - American Astronomical Society Meeting, Washington DC, January.
 - FEAG Meeting, Leiden, March.

- Raimond, E.
- ESO/ST-ECF Data Analysis Workshop, Garching, April.
 - Astronomical Database Working Group (ADWG)/Space Physics Working Group (SPWG) vergadering, Garching, August.
 - 12th European Regional Astronomy Meeting, Davos, October.
- Schilizzi, R.T.
- IAU Colloquium 123, Baltimore, April.
 - Workshop on CSS and GPS Sources, Dwingeloo, June.
 - COSPAR, Den Haag, July.
 - URSI XXIIIth General Assembly, Praag, August/September.
 - Molonglo Observatory 25th Anniversary Symposium, Sydney, November.
 - AT Users Committee Meeting, Sydney, November.
 - Penny and Giles Second Critical Design Review, Wells UK, July.
 - IAU Regional Meeting, Sydney, July.
 - Centaurus A Workshop, Mt. Stromlo, July.
 - VSOP - ISAS, Tokyo, April.
 - IVS - Moscow, April.
 - IVS - ESTEC, May/June.
 - RADIOASTRON, Helsinki, May.
- Someren Gréve, H.W. van
- Workshop on The holography testing of Large Radio Telescopes, Nizhny Arkhyz, USSR.
- Sondaar, L.H.
- 10th Radioastron Review Meeting, Helsinki, May.
 - 11th Radioastron Review Meeting, Moscow, October/November.
- Spoelstra, T.A.Th.
- 45e Nederlandse Astronomen Conferentie, Oostkapelle, May.
 - AGARD lecture series on Propagation Limitations for Systems Using Bandspreading, Issy-les-Moulineaux, June.

- Spiegelstra, T.A.Th. - Xth International EMC Symposium, Wrocław.
- URSI XXIIIth General Assembly, Prague, August/September.
- Strom, R.G. - Astrophysics with Infrared Arrays, Tucson, February.
- KNAW Colloquium on Particle Acceleration in Accreting Compact Objects, Amsterdam, June.
- 12th European Regional Astronomy Meeting, Davos, October.
- National Brainstorm Day, Utrecht, September.
- NWO Symposium "De verleidingen van de wetenschap", Den Haag, September.
- FEAG Meeting, Leiden, March.
- Astrophysics with Infrared Arrays, Tucson, February.
- Tacconi, L.J. - American Astronomical Society Meeting, Washington D.C., January.
- IAU Symposium 146 on the Dynamics of Galaxies and Molecular Clouds Distribution, Paris, June.
- Nederlandse Astronomenclub, Fokker Space Center, Schiphol, October.
- Tacconi-Garman, L.E.- Nederlandse Astronomenclub Fokker Space Center, Schiphol, October.
- Tan, G.H. - 20th European Microwave Conference, Budapest, September.
- IAU Colloquium 131 on Radio Interferometry, Socorro, October.
- Woestenburg, E.E.M. - Sub-mm workshop, SRON Groningen, May.
- European Microwave Conferent, Budapest, September.
- Workshop on sub-mm instrumentation, Bonn, November.

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, Hawaii
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
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
OR	Ondernemingsraad
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

E.1 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: 050-634033,
telex: NL 53572.
Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.
- Haystack Observatory NEROC, Route 40, Westford, MA 01886, USA,
tel: 09-1-617-692-4765, 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, <i>tel: 09-34-22-262211, fax: 09-34-22-263005,</i> <i>telex: E 92640.</i>
IRAM (Frankrijk)	IRAM, Voie 10 - Domaine Universitaire de Grenoble, 38406 St. Martin d'Heres Cedex, Frankrijk, <i>tel: 09-33-76-824000,</i> <i>fax: 09-33-76-515938, telex: F 980753.</i>
IRAM (Spanje)	IRAM, c/o Nucleo Central, Bloque 6/2Bav. Divina Pastora 7, 18012 Granada, Spanje, <i>tel: 09-34-58-279508, fax: 09-34-58-207662,</i> <i>telex E 78584.</i>
JAC (Hawaii)	Joint Astronomy Centre, 665 Komohana Street, Hilo, Hawaii 96720, USA, Kantoor: <i>tel: 09-1-808-9613756,</i> <i>fax: 09-1-808-9616516.</i> JCMT: <i>tel: 09-1-808-9350852.</i>
Jodrell Bank	University of Manchester, Nuffield Radio Astronomy Laboratories, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire SK11 9DL, Engeland, <i>tel: 09-44-477-71321, fax: 09-44-477-71618,</i> <i>telex: G 36149.</i>
Kent University	Electronic Engineering Laboratory, Kent University, Canterbury, Kent CT2 7NT, Engeland, <i>tel: 09-44-227-764000,</i> <i>telex: G 965449.</i>
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, <i>tel: 09-34-22-411005/411048/411448,</i> <i>fax: 09-34-22-414203, telex: E 92757,</i>

- La Palma **Berg:** INT *tel.* 09-34-22-400151,
fax: 09-34-22-463899
WHT *tel.* 09-34-22-460060,
Residencia *tel.* 09-34-22-463303,
fax: 09-34-22-463890, 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: 070-2850971,
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, Engeland, *tel.* 09-44-235-821900,
fax: 09-44-235-446863, telex: G 83159.
- RGO Royal Greenwich Observatory, Madingley
Road, Cambridge CB3 0EZ, Engeland ,
tel. 09-44-223-374000, telex: G 265451/265871,
fax: 09-44-223-374700.

- Roden Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20,
9301 KA Roden, *tel: 05908-28888*,
fax: 05908-28800.
- ROE Royal Observatory, Blackford Hill,
Edinburgh EH9 3HJ, Schotland,
tel: 09-44-31-6688100, *telex: G 72383*,
fax: 09-44-31-6688264.
- SERC Science and Engineering Research Council,
Polaris House, North Star Avenue, Swindon
SN2 1ET, Engeland, *tel: 09-44-793-411000*,
fax: 09-44-793-411400, *telex: G 449466*.
- SRON Bureau Sorbonnelaan 2, 3584 CA Utrecht,
tel: 030-535700, *fax: 030-540860*,
telex: NL 47224.
- SRON (Utrecht) Ruimteonderzoek Utrecht, Sorbonnelaan 2,
3584 CA Utrecht, *tel: 030-535600*,
fax: 030-540860, *telex: NL 47224*.
- SRON (Groningen) Ruimteonderzoek Groningen, Landleven 12,
9747 AE Groningen, *tel: 050-634074*,
fax: 050-634033, *telex: NL 53572*.
Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.
- SRON (Leiden) Ruimteonderzoek Leiden, Niels Bohrweg 2,
2333 CA Leiden, *tel: 071-275817*,
fax: 071-275819, *telex: NL 39058*.
Postadres: Postbus 9504, 2300 RA Leiden.
- UKIRT Joint Astromomy Centre (see JAC).
Telescope: *tel: 09-1-808-9616091/9354690*,
telex: USA 633150.
- Utrecht Sterrenkundig Instituut, Princetonplein 5,
3584 CC Utrecht, *tel: 030-535200*,
fax: 030-531601, *telex: NL 40048*.
Postadres: Postbus 80.000, 3508 TA Utrecht.

VLA	NRAO, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA, <i>tel: 09-1-505-835-7000</i> , telex: USA 59109881710, fax: 09-1-505-772-4011.
VLA/VLBA Operations Centre	P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA, <i>tel: 09-1-505-835-7000</i> , telex: USA 59109881710, fax: 09-1-505-835-7027.
Westerbork	Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 1, 9433 TA Zwiggelte, <i>tel: 05939-2421</i> , fax: 05939-2486.

E.2 Personen

Achterberg, Dr. A., Utrecht, 030-535213.

Laan van Soestbergen 19-bis, 3582 SR Utrecht, 030-511766

Albada, Prof.dr. T.S. van, Groningen, 050-634089.

H.W. Mesdagplein 16, 9718 HT Groningen, 050-182767.

Albinson, Dr. J.S., University of Keele, Dept. of Physics, Keele,
Staffordshire ST5 5BG, Engeland.

Allen, Prof.dr. R.J., Space Telescope Science Institute,
3700 San Martin Drive, Baltimore, MD 21218, USA, 09-1-301-3384910.

Ardenne, Ir. A. van, Ter Borghstraat 15, 7841 AL Sleen, 05916-1665.

Baars, Dr.ir. J.W.M., Bonn.

Tannenstrasse 6, 5357 Morenhoven, B.R.D., 09-49-222-65905.

Bajaja, Dr. E., Instituto Argentino de Radioastronomia Casilla de
Correo no. 5, 1894 Villa Elisa, Argentinië.

Baldwin, Dr. J.E., Cambridge (MRAO).

Balick, Prof. B., Astronomy Dept. FM-20, University of Washington,
Seattle, WA 98195, USA, 09-1-206-5432888, fax 09-1-206-5434365,
telex USA 4740096.

Barthel, Dr. P.D., ESTEC, 01719-86555.

Baud, Dr. B., Fokker B.V., Space Div., TR-MC, 1117 ZJ Schiphol,
020-5442631. Atjehweg 3, 2202 Noordwijk, 01719-14798.

Baum, Dr. S.A., Space Telescope Science Institute,
3700 San Martin Dr., Baltimore MD 21218, USA.

Beckers, Dr. J.M., ESO.

Begeman, Dr. K., Groningen, 050-634059.

Naweg 12, 9461 BL Gieten, 05926-2622.

Berkhuijsen, Dr. E.M., Bonn.

Martin Legros Strasse 118, 5300 Bonn 1, B.R.D., 09-49-228-646302.

Blaauw, Prof.dr. A., Groningen, 050-634084.

Schaepmanlaan 17, 9722 NP Groningen, 050-265176.

Bleeker, Prof.dr.ir. J.A.M., SRON (Utrecht).

Wagnerlaan 10, 3723 JV Bilthoven, 030-286921.

Boksenberg, Prof. A., RGO.

Boland, Dr. W.H.W.M., Dwingeloo.

Johan Nijmeijerlaan 8, 7948 CB Nijeveen, 05229-2281.

Bontekoe, Dr. T.R., SRON (Groningen).

Bouwerschapweg 54, 9791 TJ Ten Boer, 05902-2456.

Booth, Prof. R.S., Onsala Space Observatory, S-43034 Onsala, Zweden,
09-46-300-62590, telex S 2400.

Bos, Dr.ir. A., Dwingeloo.

De Reiger 17, 7905 GG Hoogeveen, 05280-67613.

Braun, Dr. R., Westerbork.

Steffensberg 16, 9431 CZ Westerbork, 05933-31976.

Bregman, Ir. J.D., Dwingeloo.

Middendorp 2, 9414 AE Hooghalen, 05939-387.

Breugel, Dr. W.J.M. van, Inst. of Geophysics & Planetary Physics,

Lawrence Livermore National Laboratory, 7000 East Ave., P.O.Box 808,

L-413, Bldg. 319, Rm 276, Livermore, CA 94550, USA,

09-1-415-423-8946, fax 09-1-415-423-0238, telex 910-386-9339.

Brinks, Dr. E., VLA.

Broeils, Drs. A.H., Groningen, 050-634091.

Eyssoniusstraat 5, 9714 BP Groningen, 050-716011.

Brouw, Prof.dr. W.N., Dwingeloo.

Schapendrift 40, 9411 BT Beilen, 05930-(2)3514.

Brouwer, Dr.ir. F.J.J., Meetkundige Dienst RWS, Afd. TN-O,

Postbus 5023, 2600 GA Delft, 015-691282, fax 015-618962,

telex NL 38066.

Bruyn, Prof.dr. A.G. de, Dwingeloo.

Leggeloo 29, 7991 PW Dwingeloo, 05219-2687.

Burke, Prof.dr. B.F., Massachusetts Institute of Technology,

Phys. Dept., Cambridge, MA 02139, USA, 09-1-617-2532572,

fax 09-1-617-2538000, telex USA 96023174194.

Burnell, Dr. J.S.B., ROE, 09-44-31-6688317.

Burns, Dr. W.R., NRAO, Charlottesville.

Burton, Prof.dr. W.B., Leiden, 071-275848.

Lagewaard 1, 2396 AT Koudekerk aan de Rijn, 01714-14064.

Butcher, Prof.dr. H.R., Roden, Groningen, 050-634086.

Floralaan 8, 9301 KE Roden, 05908-13051.

Cannon, Dr. R., Anglo-Australian Observatory, P.O. Box 296, Epping,

N.S.W. 2121, Australië, 09-61-2-868-1666, telex AUS 123999.

Casertano, Dr. S., Groningen, 050-634052.

Planetenlaan 299, 9742 HK Groningen, 050-713760.

Casse, Ir. J.L., Dwingeloo.

Kleine Beer 62, 7904 LV Hoogeveen, 05280-65392.

Christiansen, Prof. W.N., "Bingera" RMB 436, Macks Reef Rd., Sutton,

Via Bungendore, N.S.W. 2621, Australië, 09-61-62-303287.

Cole, Prof. T.W., School of Electrical Engineering,

University of Sydney, NSW 2006, Australië.

Conway, Dr. R.G., Jodrell Bank.

- Coolen, A.H.W.M.**, Groningen, 050-634067.
Hoofdstraat 78, 9635 AW Noordbroek, 05985-1712.
- Cornet, Drs. G.**, SRON (Utrecht).
Ravenhorst 13, 3833 WC Leusden, 033-947732.
- Davies, Dr. S.**, Kent University.
- O'Dea, Dr. C.P.**, Space Telescope Science Institute,
3700 San Martin Dr., Baltimore MD 21218 USA.
- Deul, Dr. E.R.**, Leiden, 071-275878.
Peppelschans 38, 2352 BE Leiderdorp.
- Dickel, Dr. J.R.**, University of Illinois, Astronomy Department,
1011 W. Springfield Ave., Urbana, IL 61801, USA.
- Doorduyn, A.**, Dwingeloo.
Nijstadsakkers 19, 7991 AT Dwingeloo, 05219-1875
- Downes, Dr. D.**, IRAM, Frankrijk.
- Driel, Dr. W. van**, Amsterdam (UvA).
- Ekers, Dr. R.D.**, Australia Telescope National Facility, P.O. Box 76,
Epping NSW 2122, 09-61-2-868-0222, fax 09-61-2-868-0310,
telex AUS 26230.
- Fanti, Dr. C.**, Bologna.
- Fanti, Dr. R.**, Bologna.
- Fejes, Dr. I.**, FÖMI Satellite Geodetic Observatory, Pf.546,
H-1373 Budapest, Hongarije, 09-36-27-10980, fax 09-36-27-10982,
telex H 282241.
- Felli, Dr. M.**, Osservatorio Astrofisico di Arcetri,
Largo Enrico Fermi 5, 50125 Firenze, Italië, 09-39-55-2752240,
telex I 572268.
- Foley, Dr. A.R.**, Dwingeloo.
W. Jaarsmasingel 54a, 7991 DB Dwingeloo, 05219-1456.
- Frater, Dr. R.H.**, CSIRO, Inst. of Information and Communications
Technologies, P.O. Box 93, North Ryde, Epping, NSW 2121, Australia,
09-61-2-868-0222, telex AUS 26230, fax 09-61-2-868-0457.
- Gathier, Dr. R.**, Min. van Onderwijs en Wetenschappen,
Direktie Wetenschapsbeleid, Postbus 25000, 2700 LZ Zoetermeer,
079-532268. Van Slingelandplantsoen 15, 2253 WT Voorschoten,
017-317665.
- Geertsema, Drs. G.T.**, Utrecht, 030-535213.
Yokohamadreef 84, 3564 XL Utrecht, 030-660473.
- Gorgolewski, Prof. S.**, Torun Radio Astronomical Observatory,
Ul. Chopina 12/18, 87-100 Torun, Polen, 09-48-56-206-55,
telex P 055234.

- Gorkom, Dr. J.H. van**, VLA en Columbia University,
Dept. of Astronomy, New York, NY 10027, USA.
- Goss, Prof.dr. W.M.**, VLA.
- Graauw, Dr. M.W.M. de**, SRON (Groningen), 050-634031.
Noorderhaven ZZ 46, 9712 VL Groningen, 050-136282.
- Greenberg, Prof.dr. J.M.**, Leiden, 071-275894/275915.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
- Groningen, Dr. E. van**, Uppsala Astronomical Observatory, Box 515,
S-751 20 Uppsala, 09-46-18-130265.
- Gunn, Dr. J.E.**, Dept. of Astrophys. Sci., Princeton University,
Peyton Hall, Princeton, NJ 08544, USA.
- Habing, Prof.dr. H.J.**, Leiden, 071-275859/275916.
Julianalaan 20, 2341 ER Oegstgeest, 071-154967.
- Hamaker, Drs. J.P.**, Dwingeloo.
"Lieverlhee" Lhee 23, 7991 PG Dwingeloo, 05219-7229.
- Hanisch, Dr. R.J.**, Space Telescope Science Institute,
Homewood Campus, John Hopkins University, Baltimore, MD 21218, USA,
09-1-301-3384910.
- Harris, Dr. D.E.**, Center for Astrophysics, 60 Garden Street,
Cambridge, Massachusetts 02138, USA, 09-1-617-8307148.
- Harten, Dr. R.H.**, 5 Tar Heels Road, Mercerville, NJ 08619, USA,
09-160-95866108.
- Heeschen, Dr. D.S.**, NRAO, Charlottesville.
- Heise, Dr. J.**, SRON (Utrecht).
Geverscop 31, 3481 LV Harmelen, 03483-2066.
- Heuvel, Prof.dr. E.P.J. van den**, Amsterdam (UvA).
Da Costalaan 3, 3743 HT Baarn, 02154-15586.
- Hin, A.C.**, Westerbork.
Bosweg 23, 9414 BD Hooghalen, 05939-464.
- Hoekstra, Dr. R.**, TNO Technisch Fysische Dienst, Postbus 155,
2600 AD Delft, 015-692000, fax: 015-692111.
Zuidereinde 29, 1243 KJ 's-Graveland, 035-61318.
- Högbom, Dr. J.A.**, Stockholms Observatorium, 13300 Saltsjöbaden,
Zweden, 09-46-8-7170631.
- Hoyng, Dr. P.**, SRON (Utrecht).
Ovidiuslaan 3, 3584 AW Utrecht, 030-518173.
- Hoogenraad, D.**, Dwingeloo.
Middenlaan 26, 7991 AH Dwingeloo, 05219-1200.
- Hooghoudt, Ir. B.G.**, Prinsenlaan 10, 2341 KT Oegstgeest, 071-172524.

- Hooimeyer, Mw.Drs. J.R.A.**, Leiden, 071-275830.
Tegelsweg 188, 5912 BL Venlo.
- Hovenier, Prof.dr. J.W.**, Amsterdam (V.U.).
De Blauwe Wereld 11, 1398 EM Muiden, 02942-3674.
- Hulst, Prof.dr. H.C. van de**, Leiden, 071-275853.
Sterrewacht 8, 2311 GW Leiden, 071-131192.
- Hulst, Dr. J.M. van der**, Groningen, 050-634054.
Hooiweg 118, 9765 EJ Paterswolde, 05907-5653.
- Hummel, Dr. E.**, ROE.
- Icke, Dr. V.**, Leiden, 071-275844.
- Israel, Dr. F.P.**, Leiden, 071-275891.
- Jaffe, Dr. W.J.**, Leiden, 071-275883.
- Jager, Prof.dr. C. de**, SRON Utrecht, 030-937145.
Zonnenburg 1, 3512 NL Utrecht, 030-314253.
- Jägers, Dr. W.J.**, Fokker B.V., Space Div., TR-MC, 1117 ZJ Schiphol,
020-5442631.
Boerhavelaan 156, 2334 EV Leiden, 071-171268.
- Jong, Prof.dr. T. de**, SRON (Groningen).
Händellaan 12, 9722 JX Groningen, 050-257688.
- Kahlmann, Ir. H.C.**, Westerbork.
Dingspil 47, 9531 HC Borger, 05998-35372.
- Kalberla, Dr. P.M.W.**, Astronomy Department, Univ. of Bonn,
Auf dem Hügel 71, D-5300 Bonn-1, B.R.D.
- Kamphuis, Drs. J.J.**, Groningen, 050-634081.
Oosterhamrikkade 46B, 9714 BE Groningen, 050-734880.
- Kapahi, Dr. V.K.**, Tata Institute for Fundamental Research,
Poona University Campus, Post Bag No 3, Ganeshkhind, Pune 411 007,
India, 09-91-212-336111, fax 09-91-212-335760, telex IN 0145658.
- Katgert, Dr. P.**, Leiden, 071-275845.
Westlanderwerf 10, 2317 EH Leiden, 071-213243.
- Katgert-Merkelijn, Dr. J.K.**, Leiden, 071-275851.
- Knapp, Dr. G.R.**, Dept. of Astrophys. Sci., Institute for Advanced
Study, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA.
- Kos, Dr. N.**, NWO.
- Kotanyi, Dr. C.G.**, INPE, Avenida dos Astronautas 1758, CP515,
12200 San José dos Campos, Brasil, tel. 09-55-11-4871503,
telex BR 11-34061.
- Kramer, Ir. C.**, Coörd. Ontw. MSD, Gebouw QM-244, Veenpluis,
5684 PC Best, 040-762601, fax: 040-762317. Bernhardweg 2,
5582 JS Aalst, 04904-12651.

- Kruit, Prof.dr. P.C. van der**, Groningen, 050-634053.
Marsmanlaan 8, 9721 XV Groningen, 050-257636.
- Kuper, G.**, Westerbork.
Winschoterkade 9, 9711 EA Groningen, 050-144546.
- Kuperus, Prof.dr. M.**, Utrecht, 030-535212.
Spoorlaan 9a, 1406 SR Bussum, 02159-17288.
- Kuijpers, Dr. J.M.E.**, Utrecht, 030-535209.
Sperwerkamp 25, 3972 WB Driebergen, 03438-14845.
- Laan, Prof.dr. H. van der**, ESO.
- Little, Dr. L.**, Kent University.
- Longair, Prof.dr. M.S.**, ROE.
- Mathewson, Prof. D.S.**, Mount Stromlo Observatory, Private Bag,
Woden ACT 2606, Australië, 09-61-62881111, telex AUS 62270.
- Meurs, Dr. E.J.A.**, Max-Planck-Institut für Extraterrestrische
Physik, Giessenbachstrasse, D-8046 Garching bei München,
09-49-89-32991.
- Mezger, Dr. P.G.**, Bonn.
- Miley, Prof.dr. G.K.**, Leiden, 071-275849.
Stokroos 23, 2317 EM Leiden.
- Muller, Prof.Ir. C.A.**, Odinksveld 8, 7491 HD Delden, 05407-62428.
- Murdin, Dr. P.G.**, RGO.
- Nan, Dr. Ren-dong**, Beijing Astronomical Observatory,
Academia Sinica, Beijing, China.
- Neff, Dr. S.G.**, Lab. for Astron. and Solar Physics, NASA-Goddard
Space Flight Center, Code 684.1, Greenbelt, MD 20771, USA.
- Neubauer, Ir. F.R.**, Guido Gezellelaan 86, 2624 LA Delft, 015-563636.
- Nieuwkoop, Dr.ir. J. van**, Utrecht, 030-535231.
Prinsesselaan 12, 7316 CN Apeldoorn, 055-215164.
- Noordam, Ir. J.E.**, Dwingeloo.
De Marke 35, 7933 RA Pesse, 05281-1838.
- Olling, Drs. R.P.**, Columbia University, Dept. of Astronomy,
New York, NY 10027, USA.
- Olson, Dr. F.M.**, Dwingeloo.
Helios 5, 7904 HA Hoozeveen, 05280-77874.
- Oort, Prof.dr. J.H.**, Leiden, 071-275843.
President Kennedylaan 169, 2343 GZ Oegstgeest, 071-176702.
- O'Sullivan, Dr. J.D.**, CSIRO, Division of Radiophysics, P.O. Box 76,
Epping, NSW 2121, Australië, 09-61-2-8680222, fax 09-61-2-8680457,
telex AUS 26230.

- Paradijs, Prof.dr. J.A. van**, Amsterdam (UvA).
Geldersekade 91^{III}, 1011 EL Amsterdam, 020-6225281.
- Parker, Dr. N.M.**, RGO.
- Parma, Dr. P.**, Bologna.
Via Mascarella 8, 40126 Bologna, Italië.
- Pater, Prof.dr. I. de**, University of California, Dept. of Astronomy,
Berkeley, CA 94720, USA, 09-1-415-6425275, telex USA 59103667945.
- Pel, Dr. J.W.**, Groningen, 050-634082 en Roden.
Statenlaan 19, 9301 RH Roden, 05908-15407.
- Perola, Dr. G.**, Istituto Astronomico, c/o Istituto di Fisica n.e.,
P.le A.Moro 2, 00185 Roma, Italië.
- Pickles, Dr. A.J.**, Institute for Astronomy, University of Hawaii,
2680 Woodlawn Ave., Honolulu HI 96822, USA.
- Poole, Drs. R.S. le**, Leiden, 071-275871.
Rietveld 73, 3443 XB Woerden, 03488-937.
- Pottasch, Prof.dr. S.R.**, Groningen, 050-634097.
Zuidlaarderweg 1, 9756 CE Glimmen, 05906-1544.
- Radhakrishnan, Prof. V.R.**, Raman Research Institute, Iiebal P.O. 6,
Bangalore 560 080, India, 09-91-812-340122, telex IN 8452671.
- Raimond, Dr. E.**, Dwingeloo.
Esweg 4, 7991 AC Dwingeloo, 05219-1699.
- Rees, Prof. M.J.**, Cambridge (IOA).
- Robertson, Dr. J.G.**, Astrophysics Dept., School of Physics,
University of Sydney, NSW 2006, Australië.
- Roelfsema, Dr. P.R.**, SRON (Groningen).
Schoolstraat 15, 9712 JP Groningen, 050-183412.
- Rots, Dr. A.H.**, VLA.
- Ruiter, Dr. H.R. de**, Osservatorio Astronomico di Bologna,
Via Zamboni 33, 40126 Bologna, Italië, 09-39-51-259422.
Via Mascarella 8, 40126 Bologna, Italië, 09-39-51-221628.
- Sancisi, Prof.dr. R.**, Groningen, 050-634057.
U. Emmiusingel 47F, 9711 BD Groningen, 050-145766.
- Sanders, Dr. R.H.**, Groningen, 050-634065.
Joh. Mulderstraat 15, 9714 CV Groningen, 050-732201.
- Scheurwater, Drs. R.**, Utrecht, 030-535210.
Noormannenstraat 32, 3964 AT Wijk bij Duurstede, tel. 03435-76443.
- Schilizzi, Dr. R.T.**, Dwingeloo.
De Kievit 66, 7905 CH Hoogeveen, 05280-69996.
- Schipper, B.A.P.**, Dwingeloo.
Zwederaweg 59, 7963 BS Ruinen, 05221-1977.

- Schooneveld, Prof. Ir. C. van**, Leiden, 071-275883.
Woelwijklaan 9, 2252 AM Voorschoten, 01717-6457.
- Schwarz, Dr. U.J.**, Groningen, 050-634062.
Kamperfoelie 4, 9301 PP Roden, 05908-18720.
- Schwering, Drs. P.B.W.**, Leiden, 071-275874.
Veursestraatweg 162, 2265 CH Leidschendam, 070-275026.
- Shane, Prof.dr. W.W.**, Postbus 43, 6580 AA Malden, 080-582483.
- Shapiro, Dr. M.**, Naval Res.Lab., 4555 Overlook Ave. SW,
Washington DC 20375, USA.
- Shaver, Dr. P.A.**, ESO.
- Shibasaki, Dr. K.**, Tenmondai Kansha 1-102, Nobeyama 316-3,
Minamimaki, Minamisaku, Nagano 384-13, Japan.
- Shostak, Dr. G.S.**, 1372 Cuernavaca Circulo, Mountain View,
California 94040, USA, tel. 09-1-415-967-8193.
- Sijbring, Drs. L.G.**, Groningen, 050-634080.
Grevingaheerd 143, 9737 SK Groningen, 050-415467.
- Skillman, Dr. E.D.**, University of Minnesota, School of Physics &
Astronomy, 116 Church Street, SE, Minneapolis, MN 55455, USA.
- Slottje, Dr.ir. C.**, Dwingeloo.
Het Hoge Holt 7, 7909 BE Hogeveen, 05280-62098.
- Smith, Sir Francis Graham**, Jodrell Bank.
- Smith, Dr. M.G.**, JAC.
- Someren Gréve, Drs. H.W. van**, Dwingeloo.
Mr. J. de Blickeweg 30, 7958 RG Koekange, 05223-1744.
- Sondaar, Ir. L.H.**, Dwingeloo.
Hoogeveenseweg 26, 7943 KA Meppel, 05220-52008.
- Spoelstra, Dr. T.A.Th.**, Dwingeloo.
Bieleveldlaan 5, 7906 HR Hogeveen, 05280-71352.
- Stadt, Dr.ir. H. van de**, SRON (Groningen).
Praediniussingel 35, 9711 AD Groningen, 050-122110.
- Stiepel, H.J.**, Westerbork.
Hingstakkers 22, 9411 NP Beilen, 05930-(2)3975.
- Strom, Dr. R.G.**, Dwingeloo.
Eursingerweg 26, 9411 BB Beilen, 05930-(2)2327.
- Stumpers, Prof.dr. F.L.**, Elzentlaan 11, 5611 LG Eindhoven,
040-115512.
- Sullivan, Dr. W.T.**, University of Washington, Department of
Astronomy, FM-20, Seattle, WA 98195, USA.
- Tacconi-Garman, Dr. L.**, Dwingeloo.
De Maten 16, 7991 BB Dwingeloo, 05219-2822.

Tan, Ir. G.H., Dwingeloo.

De Schoof 2, 7908 NR Hoogeveen, 05280-64017.

Taylor, Dr. A.R., University of Calgary, Office, Physics Dept.,
2500 University Drive, NW, Calgary, Alberta T2N 1N4, Canada.

Tinbergen, Dr. J., Roden, 050-634082.

Oosterzoom 11, 9321 EG Peize, 05908-33898.

Tritton, Dr. K.P., RGO.

Valentijn, Dr. E.A., Groningen, 050-634011.

Hoge der A 35a, 9712 AE Groningen, 050-122549.

Veen, Dr. W.E.C.G. van der,

562 Second Street, Brooklyn, New York 11215, USA.

Velusamy, Dr. T., Radio Astronomy Centre, Tata Institute of
Fundamental Research, P.O. Box 8, Udhagamandalam 643 001, India,
09-91-423-2651/2032.

Vermeulen, Dr. R., Radio Astronomy Group, California Institute of
Technology, Mail Code 105-24, Pasadena, CA 91125, USA.

Vries, Dr. J.W.C. de, SRON (Leiden).

Vries, N.B.B. de, Dwingeloo.

De Spits 34, 7908 DH Hoogeveen, 05280-72338.

Wall, Dr. J.V., RGO.

Weerstra, K., Leiden, 071-275854.

Muiderkring 219, 2332 BP Leiden, 071-762495.

Weiler, Dr. K.W., Naval Research Laboratory, Code 4131,
4555 Overlook Av., Washington, DC 20375, USA, 09-1-202-7670292.

Welch, Dr. W.J., Radio Astronomy Laboratory,
University of California, Berkeley, CA 94720, USA.

Wellington, Dr. K.J., Division of Radiophysics, C.S.I.R.O.,
P.O. Box 76, Epping, N.S.W. 2121, Australië.

Wendker, Dr. H.J., Hamburger Sternwarte, Gojenbergsweg 112,
2050 Hamburg 80, B.R.D., 09-49-40-72522493.

Weijma, Dr. H., NWO, 070-440683.

Wesselius, Dr. P.R., SRON (Groningen).

Regentessestraat 73, 9717 MG Groningen, 050-120917.

Wielebinski, Prof.dr. R., Bonn.

Willis, Dr. A.G., DRAO, Box 248, Penticton BC V2A 6K3, Canada.

Wilson, Dr. A.S., University of Maryland, Astronomy Program Space
Science Building, College Park, MD 20742, USA.

Windhorst, Dr. R.A., Arizona State University, Dept. of Physics,
Tempe, AZ 85281, USA, 09-1-602-965-3561.

Winnberg, Dr. A., Onsala Space Observatory, S-43034 Onsala, Zweden,
09-46-300-60650, telex S 2400.

Woerden, Prof.dr. H. van, Groningen, 050-634066.

Goeman Borgesiuslaan 43, 9722 RC Groningen, 050-252784.

Woestenburg, Ir. E.E.M., Dwingeloo.

Tarwekamp 26, 7908 MR Hogeveen, 05280-69796.

Wolfers, A., Westerbork.

Hoofdweg 53, 8424 PK Elstloo, 05612-508.

Woltjer, Prof. L., Observatoire de Haute Provence,

04870 Saint Michel L'Observatoire, Frankrijk.

Zeeuw, Prof.dr. T. de,

Van Houdringelaan 12, 2341 BK Oegstgeest, 071-171489

Zieba, Dr. S., Obserwatorium Astronomiczne,

Uniwersytetu Jagellonskiego, Ul. Orla 171, 30244 Krakow, Polen.

Zijlstra, Drs. A.A., Groningen, 050-634087.

Toppingaheerd 9, 9737 TR Groningen.

Zwaan, Prof.dr. C., Utrecht, 030-535223.

Van Galenlaan 38a, 3941 VD Doorn, 03430-14977.

