



annual report
jaarverslag

1989

Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
Netherlands Foundation for Research in Astronomy

Bij de omslag

Contourenkaart van de 49 cm radio straling van een gebied met het op zijn kant waargenomen spiraalstelsel NGC891 (onder), het reuzen radiostelsel (3C66B) en een zeer heldere compacte bron 3C66A (boven). De waarnemingen zijn gedaan met de WSRT in de zomers van 1987 en 1989.

Het doel van deze waarnemingen was het zoeken naar veranderingen in de 49 cm radio helderheid van de zeer bijzondere radio supernova, genaamd SN1986j, die omstreeks 1983 in het spiraalstelsel NGC891 is geëxplodeerd. Door de lage resolutie van de waarnemingen (ongeveer 30") is de emissie van de supernova niet te onderscheiden van de veel sterkere emissie van de schijf van NGC891. Door echter twee metingen, gemaakt op verschillende tijdstippen, van elkaar af te trekken, zal alle niet-veranderlijke straling verdwijnen en zullen alleen de veranderde bronnen overblijven. Op de achterkant van dit jaarverslag is deze **verschilkaart** te zien. Er is slechts één bron te zien, die samenvalt met de positie van de supernova. Deze techniek maakt het mogelijk om veranderlijke bronnen te bestuderen, tot op het theoretisch ruis niveau van de waarnemingen, zelfs als de ruimtelijke resolutie van de gegevens dat normaal gesproken onmogelijk maakt. Ook de betrouwbaarheid van de gesynthetiseerde beelden wordt hiermee aangetoond.

Cover

A 49 cm image of a field containing the edge-on spiral galaxy NGC891 (bottom), the giant radio galaxy 3C66B and the compact BL Lac-type object 3C66A (top). The image was made from two 12 hour syntheses taken with the WSRT in the summers of 1987 and 1989. Contours start at 3 mJy, in steps of 3 mJy/beam area, but increase non-linearly to a peak brightness of 1.55 Jy at the location of the BL Lac object 3C66A. The peak-brightness in NGC891 reaches up to 130 mJy.

These observations were obtained to search for variable emission from SN1986j, located about 60" south-west of the nucleus of NGC891. In individual syntheses the SN emission is swamped by the non-variable disk emission of NGC891. When the images from the 1987 and 1989 observations, both selfcalibrated with the same model for the intensity distribution, are subtracted, all the non-variable emission should go away leaving only variable sources. This difference map is shown on the backside of the annual report. A strong source of 25 mJy is seen at the location of SN1986j with only a few traces of emission near 3C66A/B which is located at the half-power point of the primary beam. The technique of "difference mapping" enables the study of variable phenomena, down to the theoretical noise limit of the instrument, even when the spatial resolution of the data is normally insufficient. It also demonstrates the fidelity of the images.

STICHTING ASTRONOMISCH ONDERZOEK IN NEDERLAND
NETHERLANDS FOUNDATION FOR RESEARCH IN ASTRONOMY

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

Radiosterrenwacht Westerbork
Schattenberg 1,
9433 TA ZWIGGELTE
tel. (+31)5939-421
telefax: (+31)5939-486

De Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland wordt gesubsidiëerd 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.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Table of contents	2
1. <u>REPORTS OF THE BOARD AND THE PROGRAM COMMITTEE</u>	7
1.1. Report of the Board	7
1.2. Report of the Program Committee	16
2. <u>REPORTS OF THE DIVISIONS</u>	19
2.1. Westerbork Telescope Group	19
2.2. Laboratory and Central Technical Services	41
2.3. Computer Group	75
2.4. Astronomy Group	91
2.5. Administration of the Foundation/General Affairs	95
3. <u>UK/NL Cooperation in Astronomical Research</u>	99
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	115
4.1. Reports of the Board and the Program Committee	115
4.2. Reports of the Divisions	119
5. <u>ASTRONOMICAL REPORTS</u>	133
5.1. Report of Working Group Sun and Stars	133
5.2. Report of Working Group Interstellar Matter	149
5.3. Report of Working Group Stellar Systems	162
5.4. Other projects	181
5.5. Financial overview of projectgrants 1989	181
5.6. Astronomical Research done by the NFRA Staff	182
6. <u>ORGANISATION</u>	198
6.1. Board/Advisory Committee	198
6.2. Management	199
6.3. Committees	199
6.4. Works Council	202
6.5. General parts committee	202
6.6. Laboratory instruments committee	202
6.7. Public Relations	202
6.8. UK/NL Steering Committee	202
6.9. NL Memberships of UK/NL Committees	203
6.10 Membership (Inter)national committees	204

	Page
7. <u>PERSONEL</u>	208
7.1. General Affairs	208
7.2. Telescope Group	208
7.3. Central Technical Services	209
7.4. Laboratory	210
7.5. Computer Group	210
7.6. Astronomy Group	211
7.7. Personnel seconded to UK/NL observatories	211
7.8. Guests	211
Appendix A. <u>FINANCES 1987/1988</u>	212
Appendix B. <u>OBSERVING FACILITIES</u>	214
B.1. Observing facilities at Westerbork	214
B.2. Observing facilities at Dwingeloo	216
Appendix C. <u>PUBLICATIONS AND REPORTS</u>	220
C.1. Research papers	220
C.2. Review papers and conference contributions	221
C.3. Popular papers	221
C.4. Internal Technical Reports	222
C.5. Notes	222
C.6. Colloquia in Dwingeloo	224
C.7. Colloquia given by NFRA staff	226
C.8. Conference attendance of NFRA staff	230
Appendix D. <u>ABBREVIATIONS</u>	232
Appendix E. <u>ADDRESSES</u>	236

INHOUDSOPGAVE

Blz.

Inhoudsopgave	2
1. <u>VERSLAGEN VAN BESTUUR EN PROGRAMMA COMMISSIE</u>	7
1.1. Inleidend bestuursverslag	7
1.2. Verslag van de Programma Commissie	16
2. <u>AFDELINGSVERSLAGEN</u>	19
2.1. Telescoopgroep Westerbork	19
2.2. Laboratorium en Centrale Technische Dienst	41
2.3. Computergroep	75
2.4. Astronomengroep	91
2.5. Algemene Zaken	95
3. <u>UK/NL Samenwerking in Astronomisch Onderzoek</u>	99
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	115
4.1. Reports of the Board and the Program Committee	115
4.2. Reports of the Divisions	119
5. <u>ASTRONOMISCHE VERSLAGEN</u>	133
5.1. LWG Zon en Sterren	133
5.2. LWG Interstellaire Materie	149
5.3. LWG Sterrenstelsels	162
5.4. Andere Projekten	181
5.5. Financieel overzicht projektsubsidies 1989	181
5.6. Onderzoek stichtingsastronomen	182
6. <u>ORGANISATIE</u>	198
6.1. Bestuur/Raad van Advies	198
6.2. Directie	199
6.3. Commissies	199
6.4. Dienst Commissie	202
6.5. Magazijncommissie	202
6.6. Meetinstrumentencommissie	202
6.7. Algemene kontakten	202
6.8. Stuurgroep UK/NL Samenwerking	202
6.9. NL lidmaatschappen UK/NL commissies	203
6.10. Lidmaatschappen (inter)nationale commissies	204

Blz.

7.	<u>PERSONEEL</u>	208
7.1.	Algemene Zaken	208
7.2.	Telescoopgroep	208
7.3.	Centrale Technische Dienst	209
7.4.	Laboratoriumgroep	210
7.5.	Computergroep	210
7.6.	Astronomen	211
7.7.	Uitgezonden in het kader van de UK/NL samenwerking	211
7.8.	Gastmedewerkers	211
Appendix A.	<u>FINANCIEN 1989</u>	212
Appendix B.	<u>WAARNEEMFACILITEITEN</u>	214
B.1.	Waarneemfaciliteiten Westerbork	214
B.2.	Waarneemfaciliteiten Dwingeloo	216
Appendix C.	<u>PUBLIKATIES EN RAPPORTEN</u>	220
C.1.	Onderzoek artikelen	220
C.2.	Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen	221
C.3.	Populaire artikelen	221
C.4.	Internal Technical Reports	222
C.5.	Notes	222
C.6.	Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1989	224
C.7.	Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers ASTRON	226
C.8.	Deelname van ASTRON-medewerkers aan congressen	230
Appendix D.	<u>AFKORTINGEN</u>	232
Appendix E.	<u>ADRESLIJST</u>	236

1. VERSLAGEN VAN BESTUUR EN PROGRAMMA COMMISSIE

1.1. Inleidend bestuursverslag

door H. van Woerden.

1.1.1. Een nieuwe Stichting - Taak en Bestuur

Voor u ligt het eerste jaarverslag van de nieuwe Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland (ASTRON), opgericht 20 december 1988. De Stichting is ontstaan door samengaan van 2 NWO-stichtingen, die beide het sterrenkundig onderzoek dienden: de werkgemeenschappen-stichting ASTRON (Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland), opgericht 23 februari 1979, die voornamelijk onderzoek-projecten van universitaire astronomen subsidieerde door aanstelling van promovendi en postdocs; en de instituutsstichting RZM (Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg), opgericht 23 april 1949, die voornamelijk waarneemapparatuur en programmatuur ontwikkelde, bouwde en exploiteerde, ten behoeve van het onderzoek der universitaire Vakgroepen Sterrenkunde.

De statuten van 20 december 1988 definiëren het doel van de nieuwe Stichting ASTRON als "het bevorderen van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek in Nederland aan universiteiten en eigen vestigingen op het gebied van de sterrenkunde in de ruimste zin van het woord, alsmede hiermee verwant technisch onderzoek". De daaruit voortvloeiende taken zijn 15 november 1989 in de Beleidsnota 1991-1996 van de stichting als volgt geformuleerd:

- verlenen van projectsubsidies aan universitaire medewerkers, meestal in de vorm van posities voor onderzoekers-in-opleiding (oio's) en postdoctorale medewerkers (postdocs);
- exploiteren en onderhouden van de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT), het enige volledig nederlandse waarneeminstrument van wereldklasse, zowel als zelfstandige telescoop als in VLBI-verband;
- verzorgen van het Nederlands aandeel in de exploitatie van de optische (Isaac Newton Group (ING)) en sub-millimeter (James Clerk Maxwell Telescope (JCMT)) sterrenwachten op de eilanden La Palma en Hawaï, gebouwd in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen NWO en SERC;
- uitrusten van WSRT, VLBI, ING en JCMT met adequate waarneemapparatuur en programmatuur voor het verkrijgen en verwerken van de gegevens.

Het bestuur van de Stichting, benoemd door de Afdeling Natuurkunde van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, wordt gevormd door Prof. Dr. P.C. van der Kruit (Groningen, voorzitter), Prof. Dr. M. Kuperus (Utrecht, secretaris-penningmeester), Prof. Dr. W.B. Burton (Leiden), Ir. C. Kramer (Philips), Dr. Ir. J. van Nieuwkoop (Utrecht), Prof. Dr. J. van Paradijs (Amsterdam), en Prof. Dr. H. van Woerden (Groningen). Het omvat de vijf leden van het voormalige Dagelijks Bestuur van RZM en vier leden van het vroegere Bestuur van de oude Stichting ASTRON (er is

een overlap van 2 personen). Dit Bestuur behartigt nu de zaken die vroeger werden behandeld door twee Stichtingen - die overigens altijd nauw hebben samengewerkt. De Direktie van ASTRON is dezelfde als de vroegere Direktie van RZM.

De Stichting heeft een Raad van Advies, benoemd door het Bestuur. Deze Raad adviseert het Bestuur, gevraagd dan wel ongevraagd, in zaken van wetenschappelijk beleid. De Raad bestaat thans uit 10 personen (zie 6.1.), die tesamen een brede vertegenwoordiging vormen van de Nederlandse astronomische gemeenschap. Prof. Dr. J. van Paradijs werd tot voorzitter benoemd. De Raad adviseerde in 1989 onder meer over de Beleidsnota 1991-1996 en over de aanvragen voor projektsubsidies.

Een ander belangrijk orgaan is de, sinds 1968 bestaande, Programma-Commissie. Deze heeft als hoofdtaak het beoordelen van waarneemvoorstellen voor de telescopen te Westerbork en Dwingeloo, en de toewijzing van waarneemtijd. De commissie bestaat uit een aantal astronomen van bij het Westerbork werk betrokken instituten, een buitenlands astronoom, en enkele stafleden van de Stichting uit hoofde van hun functie (zie 6.3.). Prof. Dr. R. Sancisi (Groningen), die reeds verscheidene termijnen lid was, waaronder 2 jaar als voorzitter, droeg zijn lidmaatschap over aan Dr. J.M. van der Hulst (Groningen). De termijn van Dr. A. Pedlar (Jodrell Bank) werd met 2 jaar verlengd.

1.1.2. Onderzoekprojecten

De Stichting ASTRON financierde in 1989 23,9 manjaren voor onderzoekprojecten, een soortgelijk aantal als in vorige jaren, waarvan 1,9 voor post-docs. In hoofdstuk 5 worden de onderwerpen, projectleiders en onderzoekers, en verdere details genoemd.

Negen nieuwe projecten werden gestart, alle door oio's, op grond van toewijzingen gedaan in najaar 1988 resp. 1987, terwijl acht projecten werden beëindigd. De onderwerpen variëren van de late stadia van stereolutie en de fysica van kosmische plasma's tot structuur van spiraalstelsels, stof in melkwegstelsels, en grote-schaalstructuren in het heelal. Naast theoretisch onderzoek (3-4 projecten) werden projecten ondernomen gebaseerd op optische-, infrarode- en radiowaarnemingen.

Voor subsidiëring met ingang van 1990 werden 22 nieuwe projecten ingediend, alle van goede tot uitstekende kwaliteit. Dat ondanks de sombere financiële vooruitzichten zoveel goede aanvragen werden ingediend stemt tot grote vreugde. Evenals in vorige jaren werden alle projecten door een aantal deskundige referees (deels uit het buitenland) beoordeeld. De 3 Werkgemeenschappen, Zon en Sterren, Interstellaire Materie, en Sterrenstelsels, bespraken de voorstellen en stelden elk op hun terrein een prioriteitsvolgorde vast. De Raad van Advies selecteerde 10 voorstellen als van dermate hoge kwaliteit dat ze op korte termijn dienden te worden gestart; gezien de uiterst beperkte financiële ruimte verzocht de Raad, indien enigszins mogelijk althans 5 à 6 projecten

te subsidiëren. Het Bestuur besloot, ondanks de zeer krappe begroting van 1990, het budget voor projektsubsidies iets te verruimen. Echter bleek, naast de bovengenoemde lopende projecten en de verplichting de uitzending van één of twee astronomen in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking te financieren, het niet mogelijk meer dan 4 nieuwe projecten subsidiëren - een wel erg laag percentage van het ingediende aantal. De definitieve toewijzingen werden afhankelijk gesteld van het resultaat van andere subsidieaanvragen, en van het succes van de lancering van ROSAT. Per project kan hoogstens één oio (of een halftime postdoc) worden betaald.

1.1.3. Westerbork, VLBI en de Dwingelloo teleskoop

Met de Westerbork teleskoop werd op alle 4 golflengten: 6, 21, 49 en 92 cm waargenomen. Voor VLBI werd de WSRT gebruikt op 6, 18 en 21 cm. Met de nieuwe, grotere bandbreedte werden op 92 cm zeer goede metingen verkregen, ondanks sterke zonneactiviteit; alleen de intense zonnevlam in maart gaf ernstige storing.

De vernieuwing van de besturing was aanleiding tot een uitvoerige studie van het richtgedrag (pointing) van de WSRT door metingen op 6 cm. De thans ruim 20 jaar oude teleskoop vertoont enkele slijtage verschijnselen (tandwielkasten, loslaten van gaas); in beide gevallen konden eenvoudige, adequate correctie- of herstelprocedures worden ontworpen die uitgevoerd zijn of in de naaste toekomst zullen worden uitgevoerd.

De Europese Gemeenschap kende een subsidie van 440 kECU (ongeveer 1 miljoen gulden) toe voor een voorstudie ten behoeve van de aangevraagde centrale processor voor het Europese VLBI-netwerk. Daarmee kon de bouw van een prototype nieuwe generatie VLBI recorder worden gecontracteerd. Over de financiering van de processor zelf wordt verder overlegd; een door de European Science Foundation op te stellen advies voor de Europese sterrenkunde zal daarin een rol spelen.

Met de 25 m teleskoop te Dwingelloo werd een nieuwe, uiterst volledige en gevoelige survey van 21 cm lijnstraling van het Melkwegstelsel ondernomen. Deze survey wordt uitgevoerd met een nieuwe lijnontvanger, gebouwd als prototype voor een digitale autocorrelatie-spectrometer voor de submillimeter teleskoop op Hawaï. De Dwingelloo teleskoop zal daarmee, 35 jaar na zijn bouw, opnieuw werk van wereldklasse leveren.

1.1.4. Brits-Nederlandse samenwerking

De Brits-Nederlandse sterrenwacht op La Palma met optische telescopen van 4,2, 2,5 en 1,0 meter middellijn, levert waarneemmaterieel van zeer goede kwaliteit. Op de 3 telescopen gezamenlijk werd ca. 16% van de tijd besteed aan Nederlandse projecten. Een groot deel daarvan had betrekking op sterrenstelsels, clusters en quasars; maar ook planetaire nevels, supernovae en sterren kregen waarneemtijd.

Op de 4,2 meter Herschel teleskoop werden in Dwingeloo gebouwde CCD controllers geïnstalleerd. In aanbouw verkeren een hoge-resolutie echelle spectrograaf (in Utrecht), een volgeenheid voor het Nasmyth focus aan de Herschel teleskoop, een uitbreiding van de multi-purpose fotometer, en polarisatie-meetapparatuur (alle te Roden). Het in Dwingeloo ontworpen archiefsysteem werd afgeleverd. Uiteraard wordt ook in Engeland apparatuur voor La Palma gebouwd.

De ASTRON postdoc René Rutten en de Groningse ingenieur Hans Slingerland kwamen de staf versterken. De Joint Steering Committee voor La Palma heeft Prof. Dr. P.C. van der Kruit als voorzitter en Prof. Dr. W.N. Brouw als lid.

Ook de 15 meter (sub-)millimeter teleskoop (JCMT) op Hawaïi leverde goed waarnemingsmateriaal, al hadden sommige waarnemers met aanzienlijke technische storingen te kampen. Aan Nederlandse projecten werd o.m. tijd besteed voor waarnemingen aan quasars, radiostelsels, CO in sterrenstelsels en in galactische stervormingsgebieden.

Het op Mauna Kea beschikbare ontvangerpark behoeft, nu de eerste waarnemjaren verstreken zijn, in verscheidene opzichten verbetering en uitbreiding. Een ambitieus plan tot ontwikkeling van ontvangers voor alle op Mauna Kea toegankelijke spectrale vensters werd door de JCMT Board aangenomen. De Stichting ASTRON diende een voorstel in, in Dwingeloo een veel gevoeliger ontvanger voor het 350 GHz venster te bouwen. Deze ontvanger zal SIS detectoren toepassen en ontvangst in een aantal (3-8) bundels tegelijk toelaten, waardoor veel sneller waarnemen mogelijk wordt. In Dwingeloo wordt verder hard gewerkt aan de bouw van een digitale spectrometer voor de JCMT.

Na 3 jaar software-werk op Hawaïi keerde Drs J.P. Hamaker terug in Dwingeloo. De astronoom Dr. F. Baas werd, op gezamenlijke rekening van Leiden en ASTRON, voor 3 jaar naar Hawaïi uitgezonden.

De JCMT Board hield zich intensief bezig met voorstellen ter verbetering van de organisatie-structuur en management van het millimeter-teleskoop bedrijf. Van Nederlandse kant maken Prof. W.N. Brouw en Prof. W.B. Burton deel uit van deze Board.

Krachtens de overeenkomst tussen SERC en NWO levert Nederland een mankrachtbijdrage van thans 13 personen aan de exploitatie van UK/NL faciliteiten. Hoofdstuk 7.7. geeft een overzicht van deze detacheringen. Behalve de bemanning op La Palma en Hawaï vallen daaronder ook de liaison-astronomen op de Royal Greenwich Observatory (Zuiderwijk, optisch) en het Royal Observatory Edinburgh (Van der Veen, millimeter), die contact onderhouden met de Nederlandse astronomische gemeenschap. Vanwege de bezuinigingen aldaar leveren de universiteiten - in strijd met de oorspronkelijke bedoeling - veel minder dan de helft van de totale mankracht; ASTRON voorziet noodgedwongen in het tekort, maar kan deze extra last nauwelijks

dragen. Een oplossing voor dit probleem is dringend nodig. De coördinatie van de uitzendingen wordt al sinds jaren verzorgd door Dr. E. Raimond.

1.1.5. De Afdelingen te Dwingeloo

De vierde hoofdtak van de Stichting, uitrusten van de Sterrenwachten te Westerbork en op La Palma en Hawaï met waarneemapparatuur en -programmatuur, wordt verzorgd door de in Dwingeloo gevestigde afdelingen: Laboratorium, Centrale Technische Dienst, Computergroep en Algemene Zaken.

Het ontwerp (door Ir. G.H.Tan) van een nieuwe frontend serie voor de Westerbork telescopen is vergevorderd. Dit frontend zal gekoelde ontvangers voor alle telescopen bevatten, en daardoor de gevoeligheid, flexibiliteit en efficiëntie van de waarnemingen sterk verhogen. Het frontend maakt ook veel bredere spectrumbanden toegankelijk dan voorheen. Onderdelen voor een prototype, dat in 1991 gereed zal komen, werden besteld. De nieuwe frontend serie vergt aanzienlijke investeringen, die uit 2 IAS subsidies zullen worden bekostigd.

Het SCASIS projekt, dat verbeterde beeldvorming aan optische telescopen nastreeft via seeing-correctie door apertuursynthese, maakt goede vorderingen. Tesaamen met Dr. U.J. Schwarz en Drs. M. de Vos uit Groningen verkreeg Ir. J.D. Bregman goede resultaten tijdens enkele series waarnemingen op La Palma.

Onder leiding van Dr. A. Bos wordt hard gewerkt aan de Digitale Autocorrelatie Spectrometer voor de JCMT. Het prototype is in vol bedrijf als nieuwe 21 cm lijnontvanger op de Dwingeloo teleskoop.

Onder leiding van Ir. E.E.M. Woestenburger worden millimeter-ontvangers ontwikkeld. De thans op Hawaï operationele 350 GHz ontvanger maakt gebruik van Schottky detectoren. De daarvoor benodigde oscillatoren (carcinotrons) zijn echter duur en hebben een korte levensduur, terwijl SIS-juncties een veel lagere ruis mogelijk maken. De Stichting besloot zich voor de toekomst te concentreren op ontwikkeling van multi-beam SIS-ontvangers. Conform dit besluit werd dan ook een voorstel ingediend voor de bouw in Dwingeloo van een nieuwe 350 GHz ontvanger van laatstgenoemd type.

In samenwerking met het Max-Planck-Institut in Bonn wordt voor de in 1993 te lanceren Sovjet satelliet RadioAstron een 6 cm ontvanger gebouwd onder leiding van Ir. L. Sondaar in het kader van de Europese samenwerking op VLBI gebied in het European VLBI Network.

De computers van de Stichting te Dwingeloo vertonen een hoge bezettingsgraad. Een computerplan 1989-95, dat door het Bestuur en vervolgens door de CRIVA werd goedgekeurd, voorziet in vervanging van de verouderde computers te Dwingeloo en Westerbork. De Vax 11/750 en 11/780 te Dwingeloo zijn vervangen door 2 exemplaren van de micro-VAX 3400. De Alliant FX/8 onderging een upgrade.

De software voor archivering van La Palma waarnemingen werd aan de Royal Greenwich Observatory geleverd. Voor de reductie van WSRT metingen, speciaal voor verdere ontwikkeling van redundantie en zelfcalibratie methoden, werd software ontwikkeld.

De astronomengroep te Dwingeloo verzorgt de liaison tussen de universitaire vakgroepen sterrenkunde en de technische staf en faciliteiten te Dwingeloo en Westerbork, en geeft ook een astronomische inbreng in het technische ontwerp- en ontwikkelingswerk. Het eigen astronomisch onderzoek is echter een belangrijk onderdeel van deze groep. Van oudsher onderhoudt de groep nauwe relaties met de radioastronomen te Groningen en Leiden; ze is daar ook betrokken bij de begeleiding van een aantal promovendi. Onlangs is, met name door Dr. R.G. Strom, ook samenwerking met Amsterdam en Utrecht tot stand gebracht, in de stellaire en circumstellaire astrofysica. Dr. Linda Tacconi-Garman werkt samen met astronomen in Groningen, Leiden en Utrecht in het gebruik van millimeter-teleskopen.

De groep speelt ook een belangrijke rol in de opleiding van studenten uit Amsterdam (VU) en Leiden via radiopractica. Een viertal gevorderde buitenlandse studenten werkte in de zomermaanden mee aan onderzoekprojecten van de groep in Dwingeloo.

De Afdeling Algemene Zaken behartigt, naast haar vroegere taken, nu ook de zaken die vroeger door het ASTRON-secretariaat werden verzorgd. Haar taken omvatten, behalve personele- en financiële zaken, administratie en secretariaat, beheer van gebouwen en terrein, ook de regeling van uitzending van employés naar La Palma en Hawaï: een veeleisende karwei.

Een Regeling personeelsbeoordeling ASTRON, conform de reeds bij RZM bestaande praktijk, werd opgesteld en toegepast bij een volledige beoordelingsronde, uitgevoerd in het najaar. De in 1988 aangetrokken personeelsfunctionaris, Mw. K.C. Mast, speelde daarin een centrale rol. Een voorstel van NWO tot gedeeltelijke decentralisatie van personeels- en financieel beheer vormt nog onderwerp van overleg. Zo'n decentralisatie zal zeker versterking van de Afdeling AZ nodig maken.

1.1.6. Personeel en Organisatie

De Stichting leed een gevoelig verlies door het vertrek van Ir. A. van Ardenne, die sinds 1 juli 1975 in dienst was van RZM. Hij had uitstekende prestaties geleverd bij de ontwikkeling van ontvangers voor VBLI en millimeter-werk. Van Ardenne koos voor een carrière in het bedrijfsleven. De vacature wordt niet direct vervuld.

Ir. J.L. Casse, Hoofd van het Laboratorium, vierde zijn zilveren jubileum in dienst van de Stichting. Ook A. Doorduyn (Lab) en H. Borkhuis (CTD) waren 25 jaar in overheidsdienst.

Dr. R.T. Schilizzi van de Astronomengroep kreeg verlof in 1990 drie maanden in Japan en 6 maanden bij CSIRO in Australië te werken. Dit buitenlands verblijf zal ongetwijfeld ook voor ASTRON zeer vruchtbaar zijn.

Aangezien bij de overgang van ZWO naar NWO het personeel van de Stichting rijksambtenaar werd, is de Ondernemingsraad omgezet in een Dienstcommissie.

De 1 januari 1989 in werking getreden statuten werden, op verzoek van NWO, op enkele onderschikte punten gewijzigd. Een concept Huishoudelijk Reglement werd opgesteld, maar moet nog door NWO worden goedgekeurd.

Als Hoofd van de Astronomengroep werd Dr. R.T. Schilizzi opgevolgd door Dr. A.G. de Bruyn (deze functie rouleert elke 2 jaar).

1.1.7. Financiën

Van NWO werd voor 1989 een subsidie verkregen van 9,8 Mfl GS (Ge woon Subsidie) en 7,6 Mfl IS (Investeringssubsidie). Het totaal van 17,4 Mfl ligt 0,8 Mfl beneden het totaal voor RZM en ASTRON samen in 1988, en 1,7 Mfl beneden de meerjarenraming 1988-93. Dit buitengewoon krappe budget maakte het onmogelijk de projectensteun volledig te doen groeien overeenkomstig het eind 1988 bijgestelde Strategisch Plan voor de Nederlandse Sterrenkunde. Bovendien moesten noodzakelijk voorzieningen worden uitgesteld en ontwikkelingswerk worden vertraagd.

De financiële krapte hangt ten dele samen met de algemene korting, door NWO toegepast op de Stichtingsbegrotingen. De door NWO ingestelde nieuwe fondsen en programma's zijn helaas weinig of niet toegankelijk voor de Stichting ASTRON, al komen sommige ervan wel aan de universitaire sterrenkunde ten goede (zie volgende paragraaf). De hoop, de projectensteun te verruimen met behulp van het aandachtsgebieden-beleid van NWO, gaat in 1990 niet in vervulling.

Een subsidie aanvraag ten laste van het Intentioneel Apparaatuur Schema (IAS) 1991-95 werd in december 1988 ingediend, maar eind 1989 was nog geen beslissing bekend.

1.1.8. Relaties met NWO en andere organisaties

De Stichting ondervond veel steun van het Gebiedsbestuur Exacte Wetenschappen (GB-E) van NWO; zij is het GB-E dankbaar voor de uitstekende samenwerking. Het GB-E bracht op 14 november een, zeer geslaagd, bezoek aan Dwingeloo en Westerbork en vergaderde aldaar.

In het kader van het aandachtsgebieden programma van NWO besloot het Bestuur van ASTRON, één aandachtsgebied te definiëren. "Stimulering van theoretisch en interpretatief astrofysisch onderzoek", vooral om optimaal te kunnen profiteren van de kostbare instrumentele faciliteiten die de nederlandse astronomische gemeenschap in de jaren negentig ter beschikking staan, op aarde (WSRT, ESO en UK/NL observatoria) als ook in de ruimte. Gehoopt wordt dat extra subsidies voor dit aandachtsgebied in de toekomst verruiming van de projektsubsidies mogelijk zal maken.

De in 1988 door het ASTRON Bestuur ingediende aanvraag van persoonsgerichte groepssteun werd door NWO gehonoreerd: Het onderzoekprogramma "moleculaire astrofysica" onder leiding van Dr. E.F. van Dishoeck (Leiden) wordt in het kader van het PIONIER-programma gesubsidieerd. Een aanvraag van Dr. M. van der Klis (Amsterdam) en Prof. Dr. F. Verbunt (Utrecht) inzake "Fundamental properties of neutron stars and black holes" werd eind 1989, na overleg met de Raad van Advies, door het Bestuur bij NWO ingediend.

Uit de post "investeringen in apparatuur krachtens prioriteiten regeerakkoord 1986" stelde NWO aan ASTRON voor 1990 en 1991 resp. 500 en 350 kfl beschikbaar voor twee, in het voorjaar van 1989 ingediende aanvragen. Het ASTRON bestuur wees 250 + 100 kfl toe aan de Kapteyn Sterrenwacht, Roden voor aankoop van een computergestuurde freesbank, en 250 + 250 kfl aan de vakgroepen Sterrenkunde te Amsterdam, Groningen, Leiden en Utrecht voor de aanschaf van werkstations.

Het Bestuur pleegde met dat van SRON overleg over onderlinge taakverdeling en afstemming van onderzoekprogramma's.

Het voorwaardelijk gefinancierde onderzoek van de Vakgroepen Sterrenkunde, waarbij ASTRON nauw betrokken is, werd in 1989 door een NWO-commissie beoordeeld. Het oordeel over alle programma's luidde zeer gunstig, in overeenstemming met dat van de AFEC in 1986.

Op verzoek van het NCA ondernam het ASTRON Bestuur een poging tot behoud van de instrumentatiegroep bij de Vakgroep Sterrenkunde te Utrecht, die door bezuinigingen bij de Faculteit uiteen dreigde te vallen. De groep is belangrijk in het kader van de bouw van instrumenten voor de UK/NL telescopen en voor de VLT van ESO. Het overleg met de Utrechtse Vakgroep en Faculteit duurt nog voort.

De Stichting en haar medewerkers onderhouden formele en informele contacten met vele buitenlandse c.q. internationale onderzoeksinstituten en organen (zie onder meer 6.10.). Met de Australia Telescope National Facility van CSIRO, de nieuwe synthese-teleskoop op het zuidelijk halfrond, werd een afspraak gemaakt, wederzijds tijd beschikbaar te stellen voor service-waarnemingen op verzoek van de andere partij.

De publikatielijsten in dit Jaarverslag getuige van de produktiviteit van door ASTRON mogelijk gemaakt onderzoek. Een belangrijke bron van toekomstig onderzoek ligt in reeds bestaand waarnemingsmateriaal. Besloten werd het archief van Westerbork waarnemingen open te stellen voor de astronomische gemeenschap in binnen- en buitenland.

Een ander belangrijk archief van wetenschappelijk en bestuurlijk materiaal is dat van Professor Oort, de eerste voorzitter van de Stichting RZM. Met subsidie van NWO heeft mevrouw Katgert, de vroegere secretaris van ASTRON, een inventarisatie en classificatie van de archieven ondernomen.

Professor Blaauw, de eerste voorzitter van de Stichting ASTRON, werd geëerd met de Catherine Wolfe Bruce Gold Medal van de Astronomical Society of the Pacific vanwege zijn grote en veelzijdige verdiensten voor de internationale sterrenkunde.

1.1.9. Een blik in de toekomst

De Nederlandse sterrenkunde heeft via ASTRON toegang tot waarneemfaciliteiten van internationale topklasse bij radio-, optische en millimeter-golflengten. Samen met een grote wetenschappelijke traditie, staf van hoge kwaliteit en zeer goede opleidingen vormen deze faciliteiten de basis voor de internationaal vooraanstaande positie van de Nederlandse sterrenkunde. Toch is het Bestuur van de Stichting ASTRON bezorgd over de toekomst. Het heeft daaraan uiting gegeven in een Beleidsnota d.d. 15 november 1989, die gebaseerd is op de in december 1988 bijgestelde "Strategie van de Nederlandse Astronomie" van het Nederland Comité Astronomie.

De zorg vloeit hieruit voort dat de huidige financiële situatie, door NWO gekenmerkt als "pauze in de groei", naast de omvangrijke verplichtingen van ASTRON op korte termijn, onvoldoende ruimte laat voor investeringen in ontwikkeling en research die de basis vormen voor de kwaliteit op lange termijn. Wil de Stichting doeltreffend beleid op langere termijn voeren, dan heeft ze zekerheid nodig aangaande haar financieel perspectief. Wil ze adequaat reageren op de huidige mogelijkheden en de uitdagingen van de toekomst, dan is verruiming nodig van het budget dat in de laatste 10 jaar - in vergelijking met de ontwikkeling van lonen en prijzen, met name ook van internationale verplichtingen - te zeer is gekrompen.

De Stichting kan met haar huidige budget ternauwernood de onderzoek mankracht op het huidige niveau handhaven. Het Strategisch Plan vraagt dringend om groei van de onderzoeksmankracht in eerste en tweede geldstroom, teneinde optimaal te kunnen profiteren van de uitstekende instrumentele faciliteiten die ter beschikking staan. Versterking van de theoretische en interpretatieve sterrenkunde is daartoe dringend nodig. ASTRON hoopt vurig dat, via het aandachtsgebieden-programma van NWO of op andere wijze, de mogelijkheden daartoe worden geboden.

De bemanning van de Radiosterrenwachten Dwingeloo en Westerbork is sinds ongeveer twintig jaar in aantal, en ook in samenstelling, nauwelijks veranderd. Wel zijn haar taken in omvang en zwaarte sterk toegenomen. De sterke diversificatie van het instituut heeft verjonging nodig en verruiming, om de vergrijzing, overbelasting en kwetsbaarheid op te vangen en om de vele huidige taken, en de nieuwe die de dynamiek van het wetenschappelijke front zal meebrengen, te kunnen vervullen.

Naast deze personele behoeften zijn er de materiële: exploitatie, met moderne middelen en technieken uiteraard - en met

de zuinigheid en efficiëntie die de Stichting altijd hebben gekenmerkt -; vervanging van wat verouderd is; nieuwe instrumentatie om nieuwe vragen te beantwoorden en nieuwe onvoorziene mogelijkheden te openen. Nieuwe instrumenten voor de Brits-Nederlandse samenwerking. Nieuwe front- en backends voor Westerbork, en een verdergaande modernisering van de synthese teleskoop. Een adequaat aandeel in een centrale processor voor het Europese VLBI-netwerk, waarin Nederland een leidende rol speelt.

Schieten de personele en materiële middelen tekort, dan mist Nederland unieke kansen aan het front van de wetenschap ondanks zijn excellente nationale- en internationale faciliteiten. Dan raakt het achter bij de ontwikkelingen elders en verliest het terrein in een wetenschap waar het een wereldnaam heeft. Blijft de personele en financiële ruimte zo krap, dan zal ASTRON wellicht één van zijn taken moeten afstoten, wat leiden zou tot versmalling en daardoor verlies aan diepgaand astrofysisch inzicht.

Adequate armslag: vergrote inzet voor theorie en interpretatie naast behoud van de kwaliteit van instrumentele faciliteiten, maakt het mogelijk Nederlands unieke situatie als één van de top drie in de sterrenkundige wereld te handhaven. Een aantal van de grootste vragen van de moderne wetenschap liggen open voor onderzoek: ontstaan, levensloop en vergaan van sterren; synthese van moleculen in het interstellair gas; structuur, dynamica en evolutie van sterrenstelsels; de rol van zwarte gaten in de kernen van sterrenstelsels; het ontstaan van quasars; vorming van structuren in het heelal; hoeveel materie bevat het Heelal?; en waaruit bestaat die donkere niet-stralende materie?

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 Teleskoop (WSRT) en op de 25 m Dwingeloo teleskoop. 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 6 van dit jaarverslag.

Dr. R. Braun trad per 1 juni in dienst van ASTRON als WSRT teleskoop astronoom. De bij die functie horende secretariële werkzaamheden voor de PC nam hij eveneens op zich. Zijn tijdelijke voorganger, Dr. P.R. Roelfsema, die de functie vervulde van 1 oktober 1988 tot 1 juli 1989, wordt bij deze hartelijk dank gezegd voor zijn gewaardeerde inzet.

Prof.dr. R. Sancisi trad per 1 juli af als lid van de PC na deze functie sedert augustus 1986 op verdienstelijke wijze te hebben vervuld. Hij wordt per genoemde datum opgevolgd door Dr. J.M. van der Hulst.

Het lidmaatschap van de PC van ons buitenlands lid van deze commissie, Dr. A. Pedlar (Manchester, UK), werd per 1 oktober verlengd met een periode van twee jaar.

De PC vergaderde in 1989 drie maal, te weten op 10 januari, 6 juni en op 19 december. In de vergadering van 10 januari werden 4 interim voorstellen voor 21 cm WSRT waarnemingen (in totaal 102 uur) toegekend en 15 voorstellen voor 92 cm waarnemingen (in totaal 1087 uur). Daarnaast heeft de PC in die vergadering richtlijnen besproken voor internationaal gebruik van het WSRT data archief. Deze richtlijnen zijn vervolgens door het Bestuur goedgekeurd. Als regel geldt dat waarnemingen die meer dan 2 jaren oud zijn vrij beschikbaar zijn, en kunnen worden opgevraagd bij de WSRT teleskoopastronoom. In de eerste twee jaar na het uitvoeren van het waarneemprogramma hebben de indieners van het voorstel het exclusieve recht de data te reduceren, te interpreteren en te publiceren. Verder heeft de PC het initiatief genomen om te komen tot samenwerking met de Australia Telescope National Facility (ATNF) in de vorm van (a) gezamenlijke projecten die zowel de noordelijke als de zuidelijke hemel bestrijken en (b) van service waarnemingen voor elkaars programma's, d.w.z. voor Nederlandse programma's op de ATNF en Australische programma's op de WSRT.

In de vergadering van 6 juni werden 3 interim voorstellen voor 92 cm waarnemingen (in totaal 44 uur) goedgekeurd, 12 voorstellen voor 6 cm (471 uur), 13 voorstellen voor 21 cm (616 uur) en 5 voorstellen voor 49 cm waarnemingen (in totaal 84 uur).

In de vergadering van 19 december werden 5 interim voorstellen gehonoreerd voor 6 cm (78 uur) en 21 cm (24 uur) waarnemingen. Verder werden 24 WSRT voorstellen gehonoreerd voor waarnemingen op 21 cm lijn (469 uur), 21 cm continuüm (120 uur) en 92 cm (530 uur).

2. AFDELINGSVERSLAGEN

2.1. Teleskoopgroep Westerbork

2.1.1. Algemeen overzicht

De combinatie van waarnemingen in reguliere, lokale interferometrie mode en de zeer lange basislijn mode heeft ook dit jaar voor de nodige wisselingen van de frontends gezorgd. De frequenties van de VLBI waarnemingen en de lokale waarnemingen zijn vaak zeer moeilijk met elkaar in overeenstemming te brengen.

Nadat in het begin van het jaar de 21 cm periode, die ons over de jaarwisseling had gebracht, werd afgesloten, is in het begin van februari omgeschakeld naar 92 cm. Deze 92 cm periode duurde tot juni, onderbroken door VLBI op 6 cm in april, en op 18 cm en 92 cm in juni.

Op de 92 cm werd nauwelijks ernstige interferentie geconstateerd, met uitzondering van verhoogde zonneactiviteit die in maart het meten in dagtijd vrijwel onmogelijk maakte.

Er was niet zo veel vraag naar 49 cm metingen. Drie weken in juli bleken voldoende, waarna er tot midden oktober op 6 cm gemeten is. Deze gelegenheid is benut om de pointing grondig te testen. Na een eerste inventarisatie is het totale correctiegrid (8*12 uur, in pointing mode) opnieuw bepaald. Eind september, begin oktober is, ook op 6 cm, een VLBI periode geweest.

De rest van het jaar is er op 21 cm waargenomen, eind oktober enige tijd onderbroken door VLBI op 18 cm. Deze 21 cm tijd is gekenmerkt door relatief veel problemen met de backends. Deze problemen roepen vragen op met betrekking tot de tijdschaal waarin dit soort systemen vervangen moeten worden.

De holografische meettechniek om de oppervlaktenauwkeurigheid van de telescopen te bepalen heeft zijn diensten bewezen bij het al vroeger gemelde probleem van het loslaten van het gaas op de smalle spanten. Na onderzoek is gekozen voor een reparatie methode met het boren van gaatjes, en het daarna vastzetten met popnagels. Een proef op RT 3 met holografische metingen voor en na het vastzetten van de binnenfacetten van de spiegel toonde de verbetering duidelijk. Een rendementstoename van de spiegel van ca 15% op 6 cm gaf een bevestiging van de verbetering. In 1990 zullen een aantal van de spiegels op deze manier behandeld worden.

Er is dit jaar verder gewerkt aan het groot onderhoud van de teleskoop. De vervanging van de stormklampmotorenaansturing en het aanbrengen van nog een aantal van de aandrukinrichtingen stonden op het programma.

De invloed van de aanwezige Personal Computers is merkbaar geworden door andere dokumentatie, VLBI scheduling en bestandenadministraties.

In het kader van de Multi-Frequency Frontend ontwikkeling zijn een aantal testmetingen op 3,6 cm gedaan.

Een aantal personele mutaties heeft de teleskoopgroep een iets ander uiterlijk gegeven. Per 1 april kwam P. Donker de groep versterken als electro-mechanisch technicus. Op 1 juni verliet A. ter Wiel de dienst, en begon Dr. R. Braun zijn functie als teleskoopastronoom. Dr. P. Roelfsema, die deze functie tijdelijk had waargenomen nam op 30 juni afscheid.

Per 1 juli verliet Mw. van Wijk-Smit de dienst. Zij werd op 16 september opgevolg door Mw. H. Braam.

2.1.2. Het Waarneembedrijf

2.1.2.1. Lokale interferometrie

In het begin van 1989 werd het laatste deel van een 21 cm periode afgewerkt. Dit hield voornamelijk het doen van reparatie-, tweede-prioriteits-, en filler metingen in. Toen uiteindelijk op 25 januari gestopt werd om om te bouwen naar 92 cm was er een totaal van 8*12 uren equivalenten (waarvan 1 met eerste prioriteit) waarneemtijd nog niet gedaan van de in 1988 aangevraagde 185*12 uur. Helaas kon er niet langer gewacht worden met ombouwen. Het systeem werd in enkele dagen omgebouwd en ingeregeld om op 30 januari te beginnen met metingen voor project 857 (small scale polarization). Dit project omvatte zes spacings met twee verschillende pointings, en moest, om invloed van zonne-interferentie te minimaliseren, zo mogelijk voor midden februari uitgevoerd zijn. In twee weken tijd, waarbij om de dag verreden werd, werd dit project succesvol afgesloten.

Tijdens het testen van een systeem waarbij geschakeld werd tussen twee verschillende LO's (ten behoeve van project 900, DI in emissie), werd ontdekt dat een van de LO synthesizers een laag-niveau breedbandige storing genereerde. Een dergelijke storing heeft tot gevolg dat op de korte basislijnen altijd een stilstaande fringe gedetecteerd wordt. Dergelijke fringes waren eerder ook al gezien op 92 en op 49 cm. Met het invoegen van een bandfilter in het LO signaalpad is deze storing definitief weggenomen.

In de periode van 10 tot 18 maart was de zonneactiviteit zodanig groot dat alle metingen in dagtijd gedaan als onbruikbaar bestempeld moesten worden.

Op 8 juni bij de aanvang van de 92 cm VLBI sessie, waren alle aangevraagde metingen voltooid. Er konden zelfs een aantal extra waarnemingen worden gedaan, naar aanleiding van interim proposals.

In juli is er een korte 49 cm periode gemeten. De toegekende metingen zijn, op een 12 uren na, voltooid.

Vervolgens is de 6 cm periode begonnen, die op 22 september beëindigd werd met het voltooiën van alle eerste en tweede prioriteitsmetingen, en het grootste deel van de fillermetingen. Deze 6 cm tijd werd gekenmerkt door buitengewoon veel atmosferische turbulentie die soms leidde tot decorrelatie van 5 tot 10% op calibratie bronnen over een minuut.

De 21 cm periode die op 31 oktober begon, is met onderbrekingen voor VLBI, voortgezet tot het eind van het jaar. De kwaliteit van de waarnemingen was in het begin van deze periode slecht. Dit bleek het gevolg van een combinatie van enerzijds slecht afge-regelde A/D omzetterniveaus, en anderzijds buitengewoon veel correlatorfouten veroorzaakt door verouderde componenten.

2.1.2.2. VLBI

VLBI metingen zijn gedaan in april met 4 frontends op 6 cm, en begin juni met 13 frontends op 92 cm, en daarna met 5 frontends op 18 cm. In september is een VLBI periode met 14 frontends op 6 cm geweest.

Bij deze 6 cm periode was ongeveer de helft van de metingen met het MK3 systeem.

Drie frontends werden gebruikt voor de 18 cm periode van 1 tot 13 november. In de 21 cm periode in de winter was ook een korte VLBI sessie die van de gehele array gebruik kon maken.

2.1.2.3. Testmetingen op 3,6 cm

Tussen 10 en 30 januari zijn een aantal tests gedaan op 3,6 cm. Hiervoor was een experimenteel frontend in RT2 geplaatst. Het doel van deze metingen was het bepalen van de bundel-parameters, de pointing en de totale efficiëntie op 3,6 cm.

In begin juni zijn er weer een aantal tests uitgevoerd met het experimentele frontend. Na een aantal wijzigingen aan het frontend is, ter vergelijking met de eerdere metingen eerst een aantal metingen op RT2 gedaan. Daarna is het frontend in RT3 gezet, een teleskoop van beduidend mindere kwaliteit gaas, om te zien hoe deze zich gedraagt op 3,6 cm. Een gedeelte van deze test moest echter wijken voor een 3,6 cm VLBI experiment. De röntgenbron Cyg-X3 had een uitbarsting vertoond: de 6 cm flux was gestegen tot ongeveer 10 Jy! Ondanks de hoge ruistemperatuur van dit test-frontend moest een dergelijke fluxdichtheid te detecteren zijn in de basis integratietijd op een basislijn als WSRT-Medicina.

2.1.3. Het ontvanger systeem

Het jaar begon met een goed ingelopen 21 cm systeem. Van externe storingen op 21 cm hebben we niet veel last gehad; alleen bij waarnemen beneden de 1400 MHz kwam dat, ondanks scheduling in gunstige uren, wel eens voor.

Voor kwantitatieve overzichten wordt naar de tabellen verwezen.

2.1.3.1. Frontends

Tijdens de 21 cm waarnemingen werd in Dwingeloo de laatste hand gelegd aan de verbetering van de 92 cm frontend serie. Hierdoor zou met de dubbele bandbreedte (5 MHz) en een 30% lagere systeemtemperatuur kunnen worden gewerkt. Het uitvoeren van bepaalde waarneemprogramma's voordat deze door zonne-interferentie aangetast zouden worden, lukte, omdat de frontend serie ruimschoots op tijd klaar was.

Het was echter niet meer mogelijk om, zoals gebruikelijk bij zulk een gemodificeerde serie ontvangers, deze eerst grondig te testen. Omdat alle frontends meteen werkten hebben we geen problemen met de beschikbaarheid gehad. Pas later konden de systeemtemperaturen en de vorm van de GT-doorlaatbanden bekeken worden. De systeemtemperaturen bleken tussen 130 en 140 K te liggen (was 170-180 K). De doorlaatbanden zagen er allemaal goed bruikbaar uit. Ten opzichte van vroeger merken we iets meer verzadigingsverschijnselen door sterke storing buiten de band.

De 92 cm periode werd in juni afgesloten met een VLBI sessie. Het was de eerst periode na een retrofit van deze frontends. De betrouwbaarheid bleek goed, gedurende de gehele periode was het niet nodig een defect frontend te vervangen.

In de zomerperiode is er op 6 cm gemeten. De cryogene systemen hebben goed gewerkt, al viel op warme zomerse dagen de compressor bij RT C soms uit. Het tijdig openzetten van de cabineklep was voorlopig de handigste remedie. Deze mooie zomer kenmerkte zich door een zeer onrustige atmosfeer. Het opzoeken van fase-instabiliteiten verzandde bij circa 10 graden. Nadat de pointing van de teleskoopbundels op 6 cm, na de mechanische modificaties die in het afgelopen jaar waren aangebracht, weer gemeten en bijgesteld was, konden de ruisbrontemperaturen en de systeemtemperaturen weer correct gemeten worden. Een grote zorg van de laatste jaren is het in bedrijf houden van de zogenoemde "Varian" 5 GHz tweede trap versterkers. Reparatie of vervanging bij de fabrikant zijn zeer kostbaar, en reparaties binnen de stichtingsfaciliteiten zijn moeilijk uit te voeren. Doordat in Dwingeloo het ontwerpen en produceren van nieuwe versterkers mogelijk is geworden, konden in de loop van deze waarneemperiode een drietal zeer ernstige gevallen opgelost worden. De nieuwe versterkers voldoen goed. Begin oktober is van 6 cm naar 21 cm omgebouwd. Behoudens enkele Peltier-thermostaat problemen hebben alle 21 cm frontends goed gewerkt.

2.1.3.2. Backends

Er zijn in het afgelopen jaar relatief veel problemen met de backends geweest. Er zijn problemen van diverse aard gesignaleerd, maar enkele hiervan vertonen een min of meer hardnekkige wens tot voortbestaan. Een van de vaker terugkerende problemen is het niet goed functioneren van de patroongenerator. Vrij regelmatig blijken

fase-schakel patronen niet helemaal goed te zijn geladen waardoor de data van een of meerdere telescopen niet bruikbaar zijn. Een ander veel voorkomende klacht is dat een, in eerste instantie vrij willekeurig, niet-functioneren-alarm terug te brengen is tot een communicatie storing tussen apparatuur en computer, een communicatie storing die met name aan het multiplexer systeem moet worden toegeschreven. Vele fouten blijken dus achteraf multiplexer fouten. Een onderzoek naar remedie van dit probleem, bijvoorbeeld door vervanging, is in gang gezet. Er is de nodige aandacht besteed aan een constante breedbandige ruisstoring die, als natuurlijke fringe, bij sommige interferometers duidelijk te zien was. Dit is in het reductie proces met name bij de uiterste uurhoeken erg hinderlijk. De spectrale zuiverheid van de PTS-synthesizers, die bij andere frontend series die met frequentie vermenigvuldigers werken, voldoende is, blijkt bij 92 cm marginaal te worden. In dit geval werd de ruisvoet rondom het LO-signaal rechtstreeks naar de mixer in het frontend gestuurd. De ruis kwam daardoor rechtstreeks in de IF-band terecht en werd coherent in de correlator verwerkt. Dit is voorlopig opgelost door een smalband filter voor deze LO frequentie te maken.

2.1.3.3. Externe storingen

- 6 cm: In het algemeen is de band 4834 tot 4914 MHz (DCB) storingsvrij. Soms treden er echter kortstondige (5 tot 30 minuten) breedbandige (>100 MHz) sterke storingen op. In de 6 cm periode is dat 17 maal voorgekomen: in totaal 229 minuten in 92 dagen. Gemiddeld is dat 2,5 minuut per dag. Opvalt dat deze storing er niet was op Zaterdagen, Zondagen en niet tussen 21.00 en 08.45 uur MET. Dit type storing is al langer bekend. De breedbandigheid is echter niet altijd duidelijk. Of er een tendens van toename is, is niet duidelijk te zeggen. Vaak zijn de waarneemperiodes te kort en prevaleert de instrumentele aandacht.
- 18 cm: Bij het voorbereiden van een speciale MK2 VLBI waarneming op 1705,99 tot 1707,99 MHz bleek een zeer sterke, continu aanwezige, storing op 1708 MHz, zonder enige modulatie, binnen te komen. Er bleef niets anders over dan de systeem parameters smalbandig te bepalen en de waarneming gewoon uit te voeren, omdat bij VLBI de andere stations de storing niet zien, en resterende effecten in de reductie mogelijk weggewerkt kunnen worden. Omdat deze storing mogelijk uit een parasitair oscillerende installatie uit de buurt zou kunnen komen, is getracht deze te localiseren. Dit leidde tenslotte naar een communicatietoren in Friesland, 60 km westelijk van de WSRT. Bij navraag bleek het een legale draaggolf van een TV verbindingsskanaal te zijn, met een power in onze richting van circa 0,1 Watt EIRP. Een algemeen onderzoek van binnenkomende storingen, over enkele

dagen, in een 100 MHz brede band van een WSRT kanaal (1620 tot 1720 MHz) liet zien dat deze 1708 MHz draaggolf de sterkste en altijd aanwezige stoorfrequentie is. Andere storingen zijn in het algemeen zwakker en meestal van korte duur. Verder constateerden wij een drietal keren in de 15 daagse 18 cm VLBI periode een, breder dan 100 MHz, sterk stoorsignaal met een tijdsduur van enkele minuten: vermoedelijk is dit afkomstig van het GLONASS systeem.

21 cm: In de 21 cm periode in het najaar hebben wij weinig last van storing gehad. Mogelijk kwam dit omdat de propagatie condities erg ongunstig waren. Er lijkt ook een tendens naar een minder intensief gebruik beneden 1400 MHz. Half november was er een nacht met storing in onze beschermde band, op 1407 MHz. Dit is verder niet meer geconstateerd.

2.1.3.4. Tests op 3,6 cm

Op 10 januari is in RT2 een één-kanaals testfrontend voor 8,5 GHz geplaatst. Het frontend bleek goed stabiel maar met een relatief kleine ruisbronstap (circa 4%). De metingen werden gedaan in twee total-power kanalen van het DXB.

2.1.3.5. Test met kleine compressor voor cryogeen koelen

Om een inzicht te krijgen in de mogelijkheden om in de toekomst met kleinere cryogene compressoren te kunnen werken zijn een paar testen met een kleine compressor op de teleskoop uitgevoerd. In de 6 cm periode in de zomer is op RT A een kleine compressor geplaatst in plaats van de grote (1,5 kW CTI SC/A in de plaats van de 5 kW CTI 1020C). De overschakeling werd gedaan tijdens het waarnemen van een calibratie bron: Er werden geen fase effecten gezien en de systeemtemperatuur nam toe met 2 tot 3 %. Deze kleine compressor heeft vervolgens enige dagen zonder probleem op RT A gedraaid.

De kleine compressor is daarna van de voor Westerbork gangbare bedrijfsmonitoring voorzien, en in november, gedurende de 21 cm periode weer in RT A geplaatst voor een langere test. We zagen tijdens de omwisseling geen fase- en amplitude variaties. Wel constateerden we een gain verandering van 10 % en een systeemtemperatuur toename van 4 %. Er is duidelijk aan de cold-end temperatuur registratie te zien dat de kleine compressor er zes uur over doet om de wisselingsonderbreking bij te werken. Er waren nog enkele tests uit te voeren, maar na 1 dag begon het frontend op te warmen. Er was geen duidelijke oorzaak te vinden. Onderzoek in Dwingeloo moet verder uitsluitsel geven.

2.1.3.6. Multi frequency frontend

Omdat het nodig is om in een vroeg stadium van de MFFE-ontwikkelingen te weten op welke wijze deze frontends straks in het waarneembedrijf geïmplementeerd kunnen worden, is onderzocht wat de beperkingen en de mogelijkheden zijn. Hiertoe werden de beschikbaarheid en de compatibiliteit van de oude en van de nieuwe frontends en de mate waarin een gedeeltelijke of een complete WSRT beschikbaar is, op een rijtje gezet. Deze gegevens zijn als een aanvulling op Note 539 verspreid.

2.1.4. Mechanische en elektrische systemen

Op het gebied van de mechanische en de elektrische aspecten van het teleskoop systeem is dit jaar naast het standaard onderhoud een reeks van werkzaamheden gebeurd in het kader van "groot onderhoud". In de volgende paragrafen zullen deze apart aan de orde komen.

2.1.4.1. De aandruk inrichting

Wij zijn al enige tijd bezig met het aanbrengen van aandruk inrichtingen op de telescopen die tot doel hebben de speling tot een minimum te kunnen beperken, en zodoende tot de optimale pointing te kunnen komen. In het voorjaar zijn de telescopen waar dit nog niet bij was gebeurd voorzien van de mechanische componenten van dit aandruksysteem. Dit betekent dat alle aandrijfzondsen met de verlengde assen en vernieuwde tandbuskoppelingen nu op alle telescopen aanwezig zijn. Ook zijn de voorgemonteerde en hydraulisch beproefde aandrukinrichtingen aangebracht. Wat nog moet gebeuren is het aanbrengen van de roestvrijstalen leidingen naar de huisjes en het opstellen van de hydraulische aggregaten, waarna het systeem operationeel zal zijn.

2.1.4.2. Het loslaten van het gaas

Na proefnemingen om het gaas dat loslaat van de smalle tussenspanen weer vast te zetten bleek dat van de diverse bevestigingsmethoden die ons werden gedemonstreerd, de methode die gebruik maakt van aluminium popnagels met een extra brede en platte kop, de beste. Het probleem dat zich aanvankelijk voordeed met deze methode was om snel en zeker de benodigde gaatjes in de tussenspanen te boren. Deze zijn vrij slap. Door gebruik te maken van speciaal geslepen korte boortjes, waarbij de ziel van de boor grotendeels is weggeslepen blijkt het mogelijk te zijn te boren met een geringe aandrukkracht, zodat de spant niet wordt weggedrukt en het boorgat niet verloopt.

Deze methode werd uitgeprobeerd op RT 3 op de binnenfacetten en het resultaat, zowel uit holografische metingen van het oppervlak voor en na de behandeling, als wel de gemeten toename van de efficiency van de spiegel geven aan dat deze methode goed bruikbaar is.

2.1.4.3. De tandwielbakken

Er was al enige tijd gemerkt dat de uurhoek aandrijving van RT 2 slecht functioneerde. Bij sterke westen wind werd het uurhoek kwadrant meer dan 5 milligraden teruggeblazen. De micro processor reageert hierop met een correctie signaal waardoor het uurhoek kwadrant wordt versneld, waardoor deze dan weer, bij het even wegvallen van de wind in positie vooruit loopt. De uurhoek oscilleert als het ware om zijn juiste positie. De conclusie was dat er ergens in de regellus: motor, tandwielkast, encoder en microprocessor een grote speling moest zijn. Daar bij het onderzoek van de motor, de encoder en de microprocessor geen afwijkingen werden geconstateerd, werd besloten de tandwielkast te demonteren. Tegen de verwachting in bleek de oorzaak van de beschadiging te zijn veroorzaakt door corrosie van een tweetal rollagers in het bovenste gedeelte van de tandwielkast. Hierdoor waren de rollen uit de kooien gevallen en daardoor konden de assen zich enigszins radiaal bewegen. Deze beschadiging veroorzaakt eenzelfde gedrag als een flinke tandwielspeling. De waargenomen corrosie is alleen te begrijpen als we aannemen dat de olievulling de bovenste rollagers niet kon bereiken door opeenhoping van lucht in de bovenste delen van de tandwielkast. Om dit in de toekomst te vermijden zijn in de deksels boven de rollagers een aantal ontluchttingsgaten aangebracht. Deze zijn met een plug afgedicht nadat hieruit daadwerkelijk olie was ontweken nadat de tandwielkast weer met olie was gevuld. Omdat deze corrosie in principe bij alle uurhoektandwielkasten van de telescopen kan optreden zullen alle tandwielkasten van dergelijke ontluchttingspluggen worden voorzien. Bij de declinatie tandwielkasten kan een dergelijke luchtophoping niet plaats vinden daar de stand van deze kasten door de uurhoek beweging steeds veranderd, en de opgesloten lucht daardoor kan ontwijken.

Een verdere inspectie van de tandwielkast bracht aan het licht dat het eerste tandwiel-paar van de reductie, welk direct door de motor wordt aangedreven, slijtage verschijnselen vertoont. Te zijner tijd moeten deze allemaal vervangen worden. Er is hierover contact opgenomen met de fabrikant van de oorspronkelijke tandwielen.

2.1.4.4. Nieuwe rondsels op RT C

Enige jaren geleden is geconstateerd dat de middenrondsels en de zijrondsels van de declinatie aandrijving van teleskoop C groeven vertoonden op de tandflanken. Onderzoek toonde aan dat dit

werd veroorzaakt door onvoldoende smering, en dit werd weer veroorzaakt door lekkage van de tandwielkast, doordat de lekolie het smeervet oploste. De lekkage werd toen verholpen en de rondsels werden extra gesmeerd om verdere aantasting te voorkomen. Tegelijkertijd werden nieuwe zijrondsels en middenrondsels besteld om de aangetaste exemplaren te vervangen. In de najaars VLBI deed zich de gelegenheid voor dit uit te voeren. Er is een speciale hijsarm gemaakt en met behulp van een gehuurde kraan werd de gehele declinatie aandrijving van de teleskoop genomen en naar de bouwhal gebracht. De nieuwe rondsels werden aangebracht en daarna is de aandrijving weer met de kraan in de teleskoop gehesen. De gehele operatie nam ongeveer 14 dagen in beslag. Tijdens deze werkzaamheden werd het duidelijk dat het smeren van deze rondsels niet optimaal kan gebeuren. Veel van het smeervet blijft eigenlijk ongebruikt en verontreinigt de teleskoop en zijn omgeving. Eigenlijk zouden we middelen moeten hebben waarbij deze vorm van smering overbodig zou zijn. Onderzoek naar de mogelijkheden is in gang gezet.

2.1.4.5. Testsysteem voor telescopen

Er bestaat al geruime tijd bij de teleskoopgroep de behoefte aan een systeem om het mechanisch gedrag van de telescopen te kunnen bekijken. De gedachten gaan hierbij uit naar een systeem waarbij door vergelijking van bijvoorbeeld twee encoders, uit de verschilwaarden diagnostiek ten aanzien van een deel van de teleskoop te bedrijven valt. Hiervoor is in het verleden een meet-encoder aangeschaft en is een simulator van de aandrijving van rondsels op een kwadrant gemaakt. Gedacht wordt nu aan een systeem dat het mogelijk maakt de pulstreinen van de bedrijfsencoder op de rondsels en de meetencoder op de hoofdteleskoopas met elkaar te vergelijken. Deze methode kan helpen om vroegtijdig slijtage aan aandrijfsystemen te ontdekken. Experimenten om tot een eerste opzet te komen zijn in gang gezet.

Tabel IA. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1989

Datum		Basislijn	Ontvangersysteem
Begin	Einde		
1 jan	12 jan	36 m	21 cm DXB/DCB
12 jan	25 jan	72 m	
25 jan	30 jan		92 cm DXB
30 jan	2 feb	60 m	
2 feb	6 feb	36 m	
6 feb	8 feb	48 m	
8 feb	10 feb	84 m	
10 feb	13 feb	72 m	
13 feb	16 feb	96 m	
16 feb	28 feb	72 m	92 cm DXB/DCB
28 feb	7 mrt	54 m	92 cm DXB
7 mrt	23 mrt	36 m	
23 mrt	9 apr	72 m	
9 apr	20 apr		6 cm DXB/DCB, VLBI
20 apr	21 apr		92 cm DXB
21 apr	8 mei	36 m	
8 mei	17 mei	72 m	
17 mei	25 mei	90 m	
25 mei	3 jun	72 m	92 cm DXB/DCB
3 jun	7 jun		92 cm DXB, VLBI
7 jun	8 jun		3,6 cm DXB, VLBI test
8 jun	12 jun		92 cm DXB, VLBI
12 jun	20 jun		18 cm DXB/DCB, VLBI
20 jun	28 jun		49 cm DXB
28 jun	3 jul	36 m	
3 jul	7 jul		6 cm DXB/DCB
7 jul	22 aug	72 m	
22 aug	25 aug	36 m	
25 aug	12 okt	72 m	6 cm DCB
12 okt	30 okt		21 cm DXB/DCB
30 okt	12 nov		18 cm DXB/DCB, VLBI
13 nov	6 dec		21 cm DXB/DCB
6 dec	12 dec	90 m	
12 dec	20 dec	54 m	
20 dec	31 dec	36 m	

Tabel IB. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1989

WAARNEEMSTOPS		
Datum		Omschrijving
Begin	Einde	
12 jan	13 jan	DCB, systeem stop.
25 jan	30 jan	Ombouw van 21 cm naar 92 cm.
20 feb	22 feb	Testen RT1.
11 mrt	12 mrt	Systeem stop door software fout.
17 mrt	18 mrt	DXB, systeem stop.
9 apr	11 apr	Vorbereiding 6 cm VLBI.
22 mei	27 mei	Stopweek, onderhoud airco, bundelmelingen.
29 mei	31 mei	Pointingmetingen, bundelmelingen 3,6 cm (RT2).
1 jun	2 jun	Vorbereiding 92 cm VLBI.
7 jun	8 jun	Experimentele 3,6 cm VLBI.
12 jun	13 jun	Over van 92 cm VLBI naar 18 cm VLBI.
20 jun	23 jun	Ombouw van 18 cm VLBI naar 49 cm.
3 jul	10 jul	Ombouw van 49 cm naar 6 cm.
10 jul	21 jul	Pointingmetingen.
29 aug	1 sep	Stopweek, algemeen onderhoud, testen rotator MFFE.
4 sep	5 sep	DCB, systeem stop.
5 sep	6 sep	DCB, systeem stop.
7 sep	14 sep	Pointingmetingen.
16 sep	19 sep	Pointingmetingen.
19 sep	22 sep	Vorbereiding 6 cm VLBI.
5 okt	6 okt	Pointingmetingen.
11 okt	17 okt	Ombouw van 6 cm naar 21 cm.
29 okt	30 okt	Vorbereiding 18 cm VLBI.
11 nov	14 nov	Over van 18 cm VLBI naar 21 cm VLBI.
21 nov	23 nov	Testmetingen.
29 nov	30 nov	Correlator testen DLB/DXB.
12 dec	14 dec	DCB defect.
20 dec	21 dec	Backend testen.

Tabel IC. OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1989

Totaalcijfers:

6 cm synthese	:	62 dagen
6 cm tied-array	:	10 dagen
18-cm tied-array	:	19 dagen
21 cm synthese	:	77 dagen
49 cm synthese	:	10 dagen
92 cm synthese	:	100 dagen
92 cm tied-array	:	8 dagen
Geen waarnemingen:		<u>79</u> dagen
		365 dagen

Er vonden 16 systeem omschakelingen plaats, waarvan
9 ten behoeve van een andere waarneemfrequentie
7 ten behoeve van VLBI ("tied-array")

Er vonden 9 verwisselingen van frontendserie plaats.

Tabel II. TELESKOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN

	6	18	21	49	92	om- bouw	Instru- menteel	1989 (totaal)	1988	1987	1986	1985	1984
a. 12-uurs synthese : cont.	19	-	18	16	35	-	-	20	19	15	12	13	15
: lijn	-	-	19	-	5	-	-	6	12	12	10	4	8
b. <12-uurs waarneming: cont.	40	80	12	33	17	-	-	21	21	21	20	18	17
: lijn	-	-	12	-	2	-	-	6	5	2	4	5	6
c. Calibratie	16	3	21	24	22	-	3	17	19	20	19	19	24
d. Onderhoud, systeemtests	19	17	10	10	13	92	90	23	17	21	21	17	16
e. Ontwikkeling, software	1	-	4	12	3	8	7	4	3	4	9	17	10
f. Storing, weer, stilstand	5	-	4	5	3	-	-	3	4	5	5	7	4
g. Jaartotaal 1989	23	5	23	4	32	5	8	100					
Netto rendement (a+b)/g	59	80	61	49	59	-	-	53	57	50	46	40	46
Bruto rendement (a+b+c)/g	75	83	82	73	81	-	-	70	76	70	65	59	70

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1989

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
<u>6 cm continuuum, gemeten met DCB</u>			
515	Longterm variability of Seyfert galaxies.	de Bruyn	2
772	Polarization of 3C sources.	Strom	75
917	Planetary nebulae near galactic center.	Pottasch, Zijlstra, Bignell	109
936	Radio SN in NGC891.	de Bruyn, Foley, Strom, Schilizzi, v/d Hulst, Skillman	26
1026	VLBI reference sources in M81.	de Bruyn, Jongeneelen, Schilizzi	49
1027	X-ray binaries.	Strom, v. Paradijs, v/d Klis	224
1031	Planetary nebulae in M15.	Mezakratag, Pottasch, Zijlstra	12
1032	Cataclysmic variable AE Agr.	Strom, v. Paradijs, v/d Klis, Spijkstra	28
1034	Compact double source 0108+388.	O'Dea, Baum, de Bruyn	24
1035	Giant quasar 0309+41.	de Bruyn, Barthel, Schilizzi	12
1036	PSR 1957+20.	Strom	12
1037	Thermal emission in NGC2976.	Tacconi, v/d Hulst, Wesselius	35
1038	Intermediate age SNR's.	de Bruyn, Goss, v/d Hulst	35
1041	Three W-R binaries.	v/d Hucht, Williams	45
1042	Combined observation of HD193793.	v/d Hucht, Williams	12
1043	X-ray binaries GX5-1 and GX13+1.	Pemminx, v. Paradijs, Lewin, Tan, Strom	33
1059	Low-level emission in Seyfert galaxies.	Baum, O'Dea, Pedlar	32
			765
<u>6 cm VLBI met MK2</u>			
88-76	Extreme scattering events.	Fiedler	24
88-86	1345+125.	Shaw	13
88-77	NGC315.	Giovannini (ook MK3)	8

88-65	3C345 monitoring.	Wehrle	12
88-81	NGC3894.	Wrobel	13
EVN-CAL	Network calibrations.	Mantovani, Sherwood	14
88-72	3C390.3.	Preuss	24
88-64	3C273 monitoring.	Abraham	10
88-75	3C395.	Simon	12
88-85	1830-211.	Rao	6
89-A5	Phase reference test.	Petit	4
89-46	GHz peak sources.	O'Dea	46
89-53	0710+439.	Conway	12
89-07	Optically quiet quasars.	Akujor	26
89-32	1928+73.	Schalinski	12
89-52	0917+62.	Quirrenbach	15
89-08	1245+67	Barthel	5
88-45	3C286.	Zhang	12
89-06	3C241.	Akujor	16
			284
<u>6 cm VLBI met MK3</u>			
88-40Y	Orion A.	Felli	2
88-78G	BL Lac polarization.	Roberts	19
87-80	NGC4151.	Quirrenbach	15
89-11	Interstellar turbulence.	Mutel	7
89-09G	3C236.	Schilizzi	15
89-13	3C138 polarization.	Fanti	12
88-77	3C388.	Giovannini	16
89-15	HD 167971.	Felli	6
89-12G	Double quasar 0957+56.	Corey	6
			98
<u>18 cm VLBI met MK2</u>			
88-83G	Small CCS sources.	Fanti	96
89-20	3C147.	Zhang	7
89-21G	4C25.01 and 3C275.1.	Kapahi	6
89-A3	Cygnus X3.	Schalinski	10
EVN-CAL	Network calibration.	Sherwood, Mantovani	29
89-48	0707+68.	Tzioumis	24
89-33	1928+73.	Hummel	12
89-54	4C39.25 monitoring.	Wu	12
89-58	Orion KL.	Migenes	10
89-36	3C84 bandwidth synthesis.	Barthel	40
89-30	3C454.3.	Pauliny-Toth	12

89-57	3C263.1.	Lonsdale	11
89-23	3C120 monitoring.	Walker	12
89-A6	3C380.	Wilkinson	4
89-47G	1031+56.	Pearson	32
			<u>317</u>
<u>18 cm VLBI met MK3</u>			
89-17	Mira variables.	Jongeneelen	3
89-10G	0206+35.	Parma	2
88-87	NML Cygnus and VX Saggiarius.	Diamond	17
89-18	Megamaser Arp 220.	Diamond	11
89-11	Interstellar turbulence.	Mutel	5
89-56	Double quasar 0957+56.	Garrett	11
88-79G	2016+11.	Heflin	7
			<u>56</u>
<u>21 cm continuum, gemeten met DCB</u>			
931	PSR's.	Strom, v. Someren Gréve	20
936	Radio SN in NGC891.	de Bruyn, Foley, Strom, Schilizzi, Skillman, v/d Hulst	9
955	Nova Her 1987.	Spoelstra	3
971	Large radio-galaxies.	Willis, O'Dea, Foley	72
980	Large-scale structure of SL-quasar 3C216.	de Bruyn, Barthel	13
996	Variability of HD 193793.	v/d Hucht, Williams	4
1005	Variable non-TWR-binaries.	v/d Hucht, Williams	17
1009	Circular polarisation of radio-galaxies.	O'Dea, de Bruyn, Baum, Foley	35
1014	Polarization mapping of 3C and 4C sources.	Strom, Holmes, Conway	24
1017	Sizes ellipticals from morphology samples.	Katgert, Kalter	31
1024	NGC1569.	Israel, de Bruyn, v/d Hulst	12
1027	X-ray binaries.	Strom, v. Paradijs, v/d Klis	89
1034	Compact double source 0108+388.	O'Dea, Baum, de Bruyn	12
1035	Giant quasar 0309+41.	de Bruyn, Barthel, Schilizzi	12

1037	Thermal emission in NGC2976.	Tacconi, v/d Hulst, Wesselius	9
1038	Intermediate age SNR's.	de Bruyn, Goss, v/d Hulst	12
1041	Three W-R binaries.	v/d Hucht, Williams	48
1042	Combined observation of HD193793.	v/d Hucht, Williams	17
1055	Rapid variability in 0917+62.	de Bruyn	36
			475
<u>21 cm continuum, gemeten met DXB</u>			
936	Radio SN in NGC891.	de Bruyn, Foley, Skillman, Schilizzi, v/d Hulst, Strom	14
993	HI-line study Perseus cluster.	Sijbring, Sancisi, de Bruyn	12
1041	Three W-R binaries.	v/d Hucht, Williams	35
1042	Combined observation of HD193793.	v/d Hucht, Williams	11
			72
<u>21 cm lijn, gemeten met DXB</u>			
909	Environment of M101.	v/d Hulst, Sancisi, Kamphuis	119
935	HI absorption/emission in spirals.	Israel, Tolstoy	24
941	HVC's in NGC891.	Kamphuis, Sancisi, v/d Hulst	11
978	Dwarf irregulars in M81/NGC2403 group.	Skillman, Murray	45
993	HI-line study PERSEUS cluster.	Sijbring, Sancisi, de Bruyn	35
994	Dark and visible matter in spiral galaxies.	Broeils, v. Albada, Sancisi, v. Woerden	22
997	HI-bridge NGC2820/2814.	v/d Hulst, Hummel, Olthof	12
1002	Cool atomic clouds inner galaxy.	Dickey	7
1007	HI in dwarf irregular galaxies.	Tacconi-G, Tacconi-G	48
1024	NGC1569.	Israel, de Bruyn, v/d Hulst	60

1030	Gas in the galactic halo.	Wakker, Darley, Blades Schwarz, v. Woerden	190 573
<u>21 cm VLBI met MK2</u>			
88-88	Absorption line systems.	Goss	58
EVN-CAL	Network calibration.	Sherwood	1 59
<u>49 cm continuum, gemeten met DXB</u>			
936	Radio SN in NGC891.	de Bruyn, Foley, Strom, Schilizzi, Skillman, v/d Hulst	19
1016	Survey USS Texas sources.	Chambers, Rottgering, Miley	22
1024	NGC1569.	Israel, de Bruyn, v/d Hulst	18
1033	Depolarization asymmetry in low-luminosity QSO's.	Garrington, Saikia, Holmes	6
1037	Thermal emission in NGC2976.	Tacconi, v/d Hulst, Wesselius	17
1050	Rapid variability in 0917+62.	de Bruyn	21
			103
<u>92 cm continuum, gemeten met DXB</u>			
0	3C345 and X-burst.	de Bruyn, Strom	31
702	Radio-halo of N4631.	Hummel, Werner	5
818	Galactic plane survey.	Taylor, Goss, Coleman	141
857	Small scale polarization.	de Bruyn, Wieringa, Sancisi, Katgert	168
900	DI emission.	Burton, de Bruyn, Blitz, Heiles	7
936	Radio SN in NGC891.	de Bruyn, Foley, Skillman, Schilizzi, v/d Hulst, Strom	24
971	Large radio-galaxies.	Willis, O'Dea, Foley	44
1018	Radio luminosity function.	Dickey, Salpeter, Jaffe	52
1019	HI near Z=3.4 radio-galaxy.	de Bruyn, Wieringa, Baum, Katgert, Sancisi	84

1020	Monitoring SCO X-1.	Strom, v. Paradijs	10
1021	γ -ray sources.	Strom, Kulkarni	63
1022	Geminga.	Kulkarni, Strom	48
1023	Radio-galaxy NGC6251.	Willis, O'Dea, Foley	48
1024	NGC1569.	Israel, de Bruyn, v/d Hulst	24
1025	Abell Clusters.	Katgert, O'Dea, Rhee	428
1026	VLBI reference surces in M81.	de Bruyn, Jongeneelen, Schilizzi	24
1028	HX nebula associated with PSR1957+20.	Strom	17
1039	SNR G179+2.7.	Strom, Reich	<u>22</u>
<u>92 cm continuum, gemeten met DCB</u>			
931	Pulsars.	Strom, v. Someren Gréve	<u>36</u> 36
<u>92 cm lijn, gemeten met DXB</u>			
900	DI emission.	Burton, de Bruyn, Blitz, Heiles	<u>174</u> 174
<u>92 cm VLBI met MK2</u>			
SHANGHAI	Low frequency VLBI survey.	Wan Tong Shan	75
89-25G	Distant radio galaxies.	Miley	48
89-24G	0336-017.	Briggs	9
89-26G	M87.	Biretta	<u>12</u> 144 ==== 4396

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKEN VAN HET TELESKOOPBEDRIJF

	1989	1988	1987	1986	1985	1984
Aantal projecten	133	116	113	139	118	125
Totaal aantal waarnemingen	8300	7200	6400	6500	7100	5500
aantal 12 uurs synthese	172	214	190	158	121	165
Hoeveelheid meetgegevens in Giga-bytes	9.5	9.5	9.6	9.2	6.2	7.4
Teleskoop rendement netto %	53	57	50	46	40	46
bruto %	70	76	70	65	59	70
Percentage onbruikbare 12-uurs equivalenten ¹⁾	9	7	7	2	8	6
Aantal systeem omschakelingen	16	170	51	86	43	46
Aantal wisselingen van frontend serie	9	9	8	10	8	2
Aantal individuele frontendvervangingen	28	35	34	44	42	79
Aantal keren verrijden	22	27	22	21	25	14
Percentage tijd VLBI	12	14	17	22	13	8

1) Percentage onbruikbare 12 uurs equivalenten : Onbruikbaar van bruto rendementspercentage.

Tabel V. WAARGENOMEN PROGRAMMA'S IN PERCENTAGES PER CATEGORIE

	1989	1988	1987	1986	1985	1984
Instrumenteel	2	1	--	--	--	--
Geodetisch	--	--	1	--	--	--
Zonnestelsel	--	--	--	--	1	1
Galactisch	39	22	34	34	37	23
Nabije stelsels	18	27	28	27	21	23
Extra-galactisch	41	50	37	39	41	53

2.2. Laboratorium en Centrale Technische Dienst

2.2.1. Samenvatting

Zoals te zien op het "cirkel-diagram" (Fig. 2.2.12.) van de projektverdeling voor 1989, aan het einde van dit hoofdstuk, kwamen de technische ontwikkelingen binnen Laboratorium en Centrale Technische Dienst weer in hoofdzaak ten gunste van de UK/NL samenwerking. Gemiddeld werd 30% van de mankracht aan UK/NL zaken toegewezen terwijl het WSRT aandeel beperkt bleef tot ca. 16%.

Het grootste projekt is ongetwijfeld de DAS (Dwingeloo Auto-correlation Spectrometer) voor de James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) op Hawaï. Nieuwe vertragingen binnen het projekt hebben zich in 1989 voorgedaan, waardoor de afleveringsdatum uitgesteld moest worden tot eind 1990.

Het werk aan de millimeter ontvanger, eveneens voor de JCMT, werd gereorganiseerd. Aanleiding daarvoor was het vertrek van Ir. A. van Ardenne naar een betrekking elders. Besloten werd het werk van ASTRON op het SIS multibeam werk te concentreren en het Schottky diode mixer werk te beëindigen.

Het RadioAstron projekt bereikte in juni een mijlpaal, toen de vibratie- en EMC-tests bij ESTEC in Noordwijk werden uitgevoerd. Twee belangrijke werkbesprekingen vonden in de Sovjet-Unie plaats waar de laatste details omtrent het projekt werden besproken en vastgelegd. Tegen het einde van 1989 werd met de produktiefase van het "engineering model" begonnen.

In mei 1989 kwam het geschreven voorstel voor de Multi Frequency Frontends voor de WSRT gereed. Daarna werd met de bouw van een prototype, geplande einddatum medio 1991, gestart. Naast de technische omschrijving is er ook een gedetailleerde begroting beschikbaar.

Een zeer belangrijke ontwikkeling bij Laboratorium en CTD in 1989 betreft de installatie van een CAD/CAE Systeem voor zowel het elektronisch als het mechanisch werk. Het systeem Academy/Touchstone voor het microgolf-, Cadnetix voor het elektronische en AutoCad voor het mechanische gedeelte, werd in het tweede halfjaar in gebruik genomen.

De opzet van de vernieuwde Printerij kwam gereed en met de feitelijke verbouwing is begonnen.

Er is een begin gemaakt met modernisering van de projektplanning door gebruik te maken van planningsprogrammatuur met WBS, PERT en GANTT-technieken.

2.2.2. Projekten

2.2.2.1. Ten behoeve van de WSRT

Het werk voor de WSRT heeft zich voornamelijk afgespeeld op twee fronten:

- ondersteuning c.q. verbeteren van het huidige systeem, inclusief de VLBI infrastructuur;
 - het nieuwe multifrequency-frontend-project.
- In het kader van het VLBI werk hoort ook genoemd te worden het project RadioAstron dat in 1989 grote vorderingen heeft gemaakt.

2.2.2.1.1. WSRT systeem ondersteuning c.q. verbetering

In de maand januari werden de werkzaamheden voor de verbetering van de 92 cm ontvangersserie afgerond. Het projekt kwam op tijd gereed zodat op 1 februari met het geplande waarneemschema begonnen kon worden. Bij de tests is o.a. gebleken dat de systeemtemperatuur, dankzij de nieuwe ruisarme FET-voorversterkers, gemiddeld 136 K voor de niet roteerbare en 142 K voor de roteerbare ontvangers bedraagt. De verbetering hield ook een verdubbeling van de bandbreedte in van 2,5 naar 5 MHz.

Ten behoeve van de 6 cm frontends werden in het Laboratorium nieuwe 6 cm versterkers ontworpen en gebouwd ter vervanging van de inmiddels 15 jaar oude Varian versterkers. De gebrekkige Varian-versterkers zijn inmiddels vervangen door de nieuwe versterkers die ruim aan de eisen voldoen. De ontwikkeling van deze versterkers vond plaats middels het Touchstone CAD programma. Deze ontwikkeling heeft ons niet alleen veel inzicht verschaft in de toepassing van de nieuwste micro-onderdelen en materialen voor micro-golftoepassingen maar ook in verbeterde fotografische-, ets- en soldeertechnieken. De biasschakeling voor de hiervoor genoemde versterkers werd in SMD-technieken gerealiseerd.

Systeem ondersteuning werd ook verleend op twee andere fronten: in de eerste plaats werden afspraken gemaakt over vervanging van het, 20 jaar oude, WSRT kloksysteem. De nieuwe digitale klok was aan het eind van het jaar vrijwel gereed. De klok is al enkele maanden getest op gelijkloop en storingsgevoeligheid en bleek aan de eisen te voldoen. De interfacing naar de HP-computer is gereed; terwijl de software driver is geschreven en getest. In het laatste kwartaal was een nieuw PCB-ontwerp voor de display unit in productie. Als laatste resteert dan nog de interface naar de LSI-computer en het DLB.

Een tweede projekt betreft het dipool-antenne-rotator-systeem waarvoor aan het begin van het jaar een ontwerp werd voorbereid en met de staf in Westerbork besproken. Terwille van de tijd is niet gezocht naar een totaal nieuw ontwerp, maar naar een ontwerp gebaseerd op het reeds bestaande systeem. Dit betekent dat er geen wijzigingen in de frontends en bekabeling nodig zullen zijn; wel zal een aantal verbeteringen aangebracht worden. Zo wordt bijv. de storingsgevoeligheid t.a.v. blikseminslag verbeterd en wordt het mogelijk om 14 telescopen na elkaar te bedienen zonder ompluggen van kabels. Via een HP-interfacekaart zal de HP-computer de rotators één voor één besturen. De optische koppelaars in de frontends zullen tevens vervangen worden door nieuwe types. Het ontwerp van

de PCB's voor deze nieuwe controller geschiedt middels het CAD systeem.

2.2.2.1.2. VLBI infrastructuur

Voor het VLBI werk werd vanuit Lab-CTD de nodige steun geleverd. Het betrof in de eerste plaats assistentie bij het starten van de VLBI-waarnemessies en het repareren van fouten bij de standaard apparatuur.

De belangrijkste gebeurtenis bij VLBI-instrumentatie betrof de installatie van de Track Density Upgrade van de Mark IIIA terminal in december. De bijdrage van ASTRON bij dit Europese project betrof een aantal analoge PCB's.

Bij de VLBI Mark III recorder werden door de heer Blaschke van MPIfR de 28-sporige Honeywell lees- en schrijfkoppen vervangen door nieuwe, door Haystack Observatory gemaakte, 36-sporige koppen met bijbehorende electronica. Van deze 36 sporen worden er door de Mark IIIA recorder maar 28 gebruikt. De spoorbreedte is van 640 μm verminderd tot 38 μm en de tussenruimte bedraagt 17 μm tegen vroeger 254 μm . Door de kleinere spoorbreedte was er o.a. 40 dB meer versterking nodig. De koppen worden door een "inchwormdriver" gepositioneerd met een accuratesse beter dan 20 nm en een stapgrootte van 6 nm. De kopposities worden door de computer uitgelezen via een lineaire variabele differentiaaltransformator (LVDT).

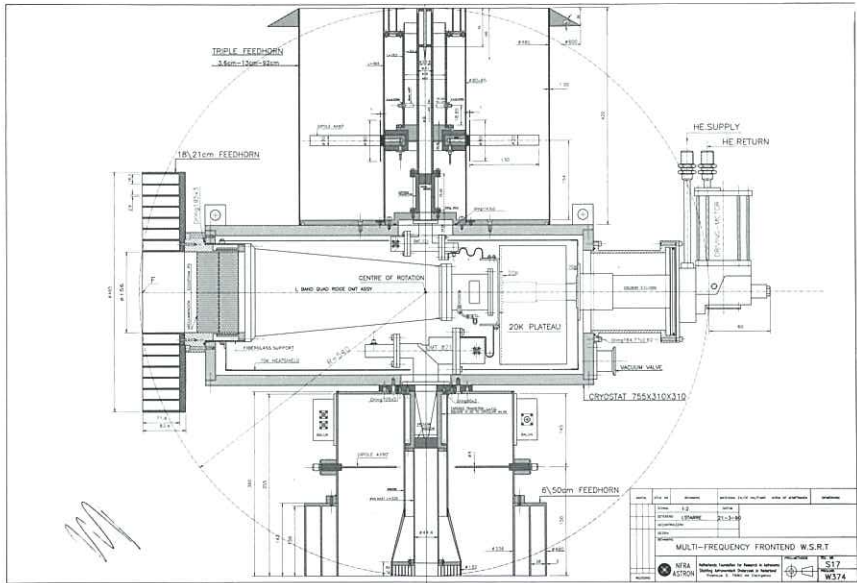
Bij de inbouw bleek dat de koppen niet door de computer gestuurd konden worden. Ook met een tweede module stuurelectronica, uit Bonn overgebracht, was dit niet mogelijk. Naderhand is gebleken dat de HP-Computerinterfacekaart overbelast was. De ijkings van de koppenpositionering kon dan ook alleen met handsturing geschieden, terwijl de uitlezing van de LVDT wel mogelijk was met de computer. Om deze reden konden de koppen van de recorder in december alleen grof afgeregeld worden.

2.2.2.1.3. Multi-Frequency-Frontends

De uitvoerbaarheidsstudie voor de nieuwe Multi-Frequency-Frontends werd in het eerste kwartaal van 1989 met een verslag afgerond. In figuur 2.2.1. ziet men de configuratie voor de verschillende feeds.

Op het laatste moment moest nog een aantal uitbreidingen voor de afstembare UHF-ontvanger meegenomen worden o.a. voor ontvangstmogelijkheden in het frequentiegebied van ca. 700 MHz tot 1200 MHz. Het resultaat is dat het uiteindelijke voorstel voorziet in 2 afstembare UHF-kanalen: van 250 MHz tot 460 MHz en van 700 MHz tot 1200 MHz.

De complete frequentie specificatie voor deze nieuwe WSRT-frontend serie wordt in de volgende tabel aangegeven, samen met geplande bandbreedten en systeem temperaturen.



Figuur 2.2.1.

Feedconfiguratie voor het Multi-Frequency-Frontend. De cryostaat draait samen met de twee feedcombinaties om een as loodrecht op het vlak van tekening. Op de tekening staat de 21/18 cm feed gealigneerd met de telescoop as. Een bolvormig membraam zorgt voor een goede afsluiting tegen vocht van buiten.

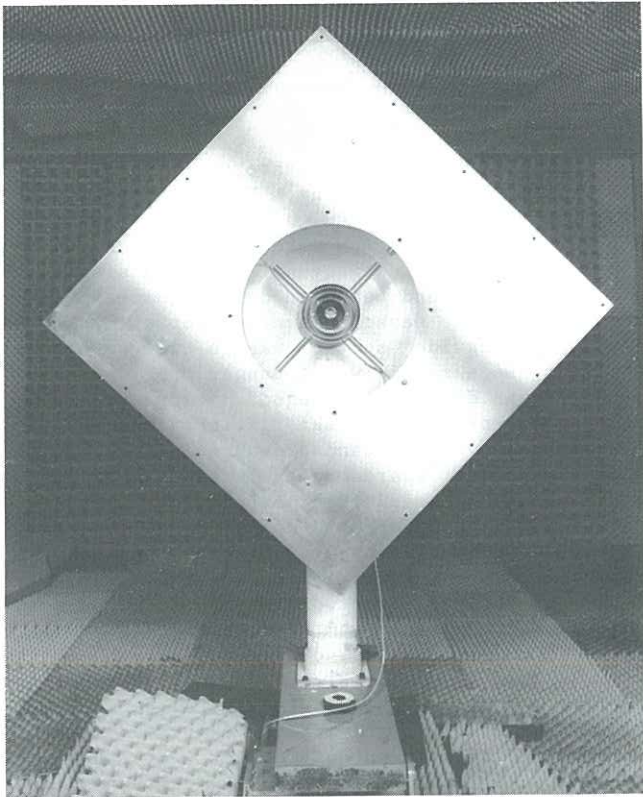
Feed configuration for the Multi Frequency Front End. The cryostat rotates together with the two feed combinations around an axis perpendicular to the plane of the drawing. On the drawing the 21/18 cm feed is aligned with the telescope axis. A hemispherical membrane seals the frontend from the outside air.

Golflengte	Frequentie	Systeem temperatuur	Bandbreedte
92 cm	327±5 MHz	120 K	10 MHz
49 cm	608±2 MHz	100 K	10 MHz
21 cm	1200-1450 MHz	27 K	160 MHz
18 cm	1590-1750 MHz	26 K	160 MHz
13 cm	2215-2375 MHz	52 K	160 MHz
6 cm	4770-5020 MHz	53 K	160 MHz
3,6 cm	8150-8650 MHz	84 K	160 MHz
UHF low	250- 450 MHz	<300 K	10 MHz
UHF high	700-1200 MHz	<300 K	10 MHz

In de loop van 1989 zijn de eerste twee "feed launchers" voor de band 21-18 cm bij ERA Technology, Engeland, besteld. Bij de ontwikkeling van deze breedbandige ortho-mode transducer zijn er problemen ontstaan. De problemen werden veroorzaakt door de twee "double-ridged-waveguide" uitgangen, die een slechte aanpassing veroorzaken. Eind 1989 werd besloten de voorgestelde asymmetrische structuur niet toe te passen. De nieuwe opzet maakt gebruik van een "quad-ridged waveguide" sectie, waarin twee orthogonale modes worden opgewekt. Deze sectie wordt aangesloten door twee coaxiale lijnen in plaats van de "double-ridged" golfpijp, zoals in het oorspronkelijk ontwerp. De karakteristieke impedantie van de coaxiale lijn wijkt af van de standaardwaarde van 50 ohm die in het verleden is toegepast, waardoor een betere aanpassing aan de ingang mogelijk werd. Een coaxiale transformator zorgt ervoor dat de impedantie omlaag getransformeerd wordt. Al met al heeft het probleem met de ortho-mode transducer voor een aanzienlijke vertraging gezorgd. Daardoor kon pas in december de cryostaat, het hart van het frontend, definitief ontworpen en gebouwd worden.

In het tweede kwartaal kwam het ontwerp gereed van een driedvoudige feed die de frequentiebanden 92, 13 en 3,6 cm bestrijkt. Dit ontwerp is op contractbasis gemaakt door de afdeling Electrotechniek van de Technische Universiteit te Eindhoven. Een prototype ervan (figuur 2.2.2.) werd in onze instrumentmakerij vervaardigd. Na voltooiing zal het op de "Compact test range" te Eindhoven getest moeten worden. De metingen aan een schaalmodel zien er veelbelovend uit (zie figuur 2.2.3.).

Aan het ontwerp van het LO-systeem werd veel aandacht geschonken. Gezien het uitgebreide frequentieschema voor het Multi-Frequency-Frontend moeten wij van de als standaard bij WSRT toegepaste technieken afwijken. Veel tijd werd besteed aan onderzoek van de verschillende componenten waaruit het LO-systeem opgebouwd gaat worden. De nadruk lag hierbij op de fase-stabiliteit van de sampling-mixer die toegepast gaat worden in de LO1-synthesizer (waarmee alle banden worden gemengd naar een gemeenschappelijke IF van 1 GHz). Het gedrag van deze component bepaalt in belangrijke mate het fasegedrag van het frontend. Aan de door het bedrijf "Giga-Modules" ter evaluatie beschikbaar gestelde sampling-mixers zijn vele metingen verricht. Zo werd de fase afhankelijkheid als

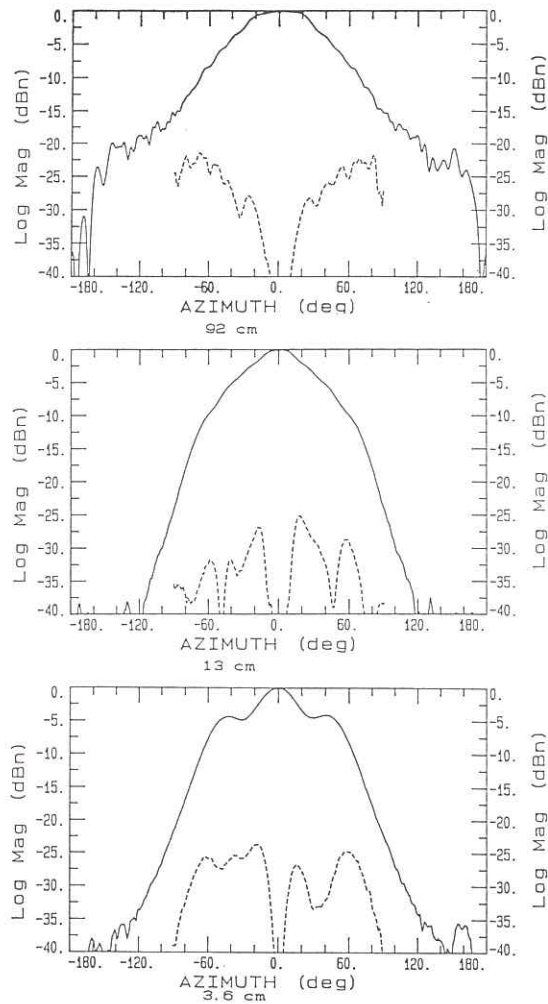


Figuur 2.2.2.

Foto van de gecombineerde feed voor de frequentiebanden 92, 13 en 3,6 cm in de antenne meetkamer van de TU Eindhoven.

(Foto: TU Eindhoven Stafgroep Reproductie en Fotografie)

Photo of the combined 3 frequency feed for the bands 92, 13 and 3.6 cm in the antenna test room of the Technical University, Eindhoven.



Figuur 2.2.3.

Antenne patroon in getrokken lijnen voor de gecombineerde feed voor drie frequenties van het Multi-Frequency-Frontend. De stippe lijn geeft het kruispolarisatie patroon aan.

Antenna pattern of the three frequency feed for the Multi Frequency Front End. The cross polarisation pattern is given by the dotted line.

funktie van temperatuur, voedingsspanning en LO-vermogen gemeten. Deze laatste parameter bleek ruim buiten de specificatie te liggen (was 700/dB). In overleg met de fabrikant werd een aangepaste mixer gemaakt die tegen het eind van het jaar in het Laboratorium verder getest werd. De eerste resultaten zien er veelbelovend uit. Het onderzoek aan deze sampling-mixer zal in 1990 verder voortgezet worden.

Een aantal andere componenten zijn ook binnengekomen en getest waaronder de YIG-oscillatoren. De analoge drivers behorend bij deze oscillatoren voldeden ook niet aan de specificatie. In het vierde kwartaal werd een nieuwe analoge FM-coil-driver door de fabrikant gebouwd en getest. Een derde iteratie zal nodig zijn om aan de eisen te voldoen.

Een prototype van het LO2-moduul (voor het mengen naar de tweede IF van 100 MHz) werd ontworpen en gedeeltelijk gebouwd. Eerst werd het hoogfrequent, analoge deel gerealiseerd. Hierna werd verder gegaan met het digitale gedeelte van de Phase Lock Loop (PLL). In deze schakeling worden GaAs-digitale IC's toegepast van "GigaBit Logic" met de bijbehorende sub-SMD-componenten.

Alle IF-banden worden selectief op de IF-kabel "gezet" via een aparte schakeling, de multiplexer. Voor de ontwikkeling van deze schakeling, die vergenvorderd is, is intensief gebruik gemaakt van het nieuwe CAD Academy ontwerpsysteem.

Door gebrek aan mankracht ligt de ontwikkeling van de lage ruis versterkers (LNA's) ver achter op het schema. Aan het eind van het jaar werd besloten personele versterking op dit gebied aan te trekken.

Gebruik makend van het CAD systeem Touchstone werd gewerkt aan de ontwikkeling van gekoelde LNA's voor de 6 cm en de 21-18 cm band. Om de ruistemperatuur te optimaliseren wordt er gebruik gemaakt van HEMT's (o.a. Mitshubishi MGF 4303). Meer werk, vooral op het gebied van karakterisering van de te gebruiken transistoren zal nodig zijn om de laagst haalbare ruistemperatuur te bereiken.

Aan de LNA voor de 13 cm band werd door H. van Leeuwen, als afstudeeropdracht bij de T.U. Delft, gewerkt. In het vierde kwartaal werd het projekt afgerond met een versterker prototype.

Het koelsysteem voor de nieuwe Multi-Frequency-Frontends gaat er van uit dat het "model-1020-cold-end" in de cryostaat door een kleine SC-compressor (1,5 kW) in plaats van een standaard model-1020-compressor (5 kW) wordt gevoed. Dit om het energieverbruik binnen de perken te houden. Proeven met zo'n combinatie werden in de tweede helft van 1989 uitgevoerd. Tot nu toe strekt de ervaring zich uit over ca. drie maanden, waarvan twee in het Laboratorium en een maand op een teleskoop te Westerbork. Het onderzoek zal in 1990 worden voortgezet, zonedig op de Dwingeloo teleskoop.

2.2.2.1.4. RadioAstron

Het Sovjet Ruimtevaart-projekt RadioAstron waarvoor ASTRON het IF gedeelte van de 6 cm ontvanger ontwerpt en bouwt is eind

1989 in de produktie fase van het "engineering model" gekomen. Van 8 tot 26 februari hebben Dr. Nikolaev van het ruimtevaart instituut (IKI) in Moskou en Dr. Starchikov van de afdeling in Frunze, waar de Sovjet power supplies ontworpen en gemaakt zijn, Dwingeloo bezocht. De meegebrachte voedingen (DC-DC converters) werden getest volgens protocol met de bijgeleverde test-unit.

Medio 1989 werd het prototype van de hele 6 cm ontvanger (met één polarisatie kanaal) getest gedurende een periode van drie weken bij ESTEC (figuur 2.2.4.) op bestand zijn tegen vibraties en op "electromagnetic compatibility" (EMC tests). Bij de vibratie tests werden schokken tot 40 g amplitude en trillingen van 20 tot 2000 Hz met 10 g amplitude toegepast. Deze tests volgden een van te voren goedgekeurde procedure met tussen iedere test een uitvoerige controle van de ontvanger eigenschappen. Bij de EMC tests werd de invloed van externe EM velden op de werking van de ontvanger zelf gemeten. Vrijwel alles bleek na afloop van de test nog goed te functioneren, alhoewel een unit los was geraakt. De Russische DC-DC converter bleek echter niet helemaal aan de specificatie te voldoen aangezien het onder bepaalde, binnen de specificaties gelegen, omstandigheden in beveiliging raakte. Het moduul werd in november naar IKI geretourneerd, daar gemodificeerd en vervolgens naar ASTRON teruggestuurd.

De LNA is echter tijdens de vibratie test defect geraakt. Ook om andere redenen bleek hiervan een wijziging in het ontwerp noodzakelijk.

De ontvanger bleek ook aan de EMC eisen zoals gespecificeerd in een IKI dokument te voldoen.

In 1989 vonden in de Sovjet Unie twee bijeenkomsten plaats waar details van het ontvangerontwerp besproken werden. Bij de eerste, zuiver technische, vergadering in mei in Moskou werden de specificaties voor de controle signalen vastgelegd. In november vond in Moskou en Tashkent een tweede vergadering plaats waar de laatste details geregeld konden worden, opdat het Engineering Model in november 1990 getest aan IKI afgeleverd kan worden.

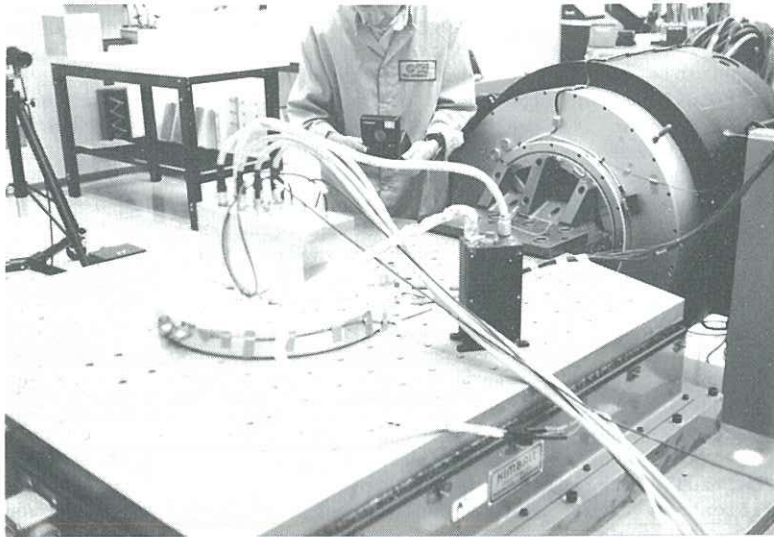
De specificatie van de duurproef en van de acceptatie tests werden eveneens bij beide bijeenkomsten uitvoerig besproken. Zo is gebleken dat ASTRON naast de geplande IF-modules ook een tweetal testsystemen moest leveren.

Volgens het huidige schema zal de satelliet eind 1993 gelanceerd worden. Dit betekent dat de twee verplichte vluchtmodellen vóór eind 1991 aan IKI geleverd moeten worden.

De benadering vanuit technisch oogpunt ten aanzien van dit project wijkt heel veel af van de gebruikelijke ontwerp en bouw methodes voor de radioastronomie op de grond. ASTRON heeft veel nuttige adviezen en assistentie vanuit ESTEC en SRON ontvangen.

2.2.2.2. In het kader van de UK/NL samenwerking t.b.v. de JCMT

Het grootste gedeelte van het werk t.b.v. de UK/NL samenwerking werd gestoken in apparatuur voor de James Clerk Maxwell



Figuur 2.2.4.

Meetopstelling te ESTEC, Noordwijk, voor de vibratietest van de RadioAstron ontvanger (op de foto ziet men het IF gedeelte met voeding).

Measurement set up at ESTEC, Noordwijk, for the vibration tests of the RadioAstron receiver (the photograph shows the IF unit with power supply).

Teleskoop (JCMT) op Hawaï. De meeste mankracht ging naar het Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) projekt, een 2000 kanaals-2 GHz brede digitale spectrometer, in het kader van een contract met ROE.

Dit projekt heeft aanzienlijke vertraging geleden t.g.v. moeilijk oplosbare technische problemen.

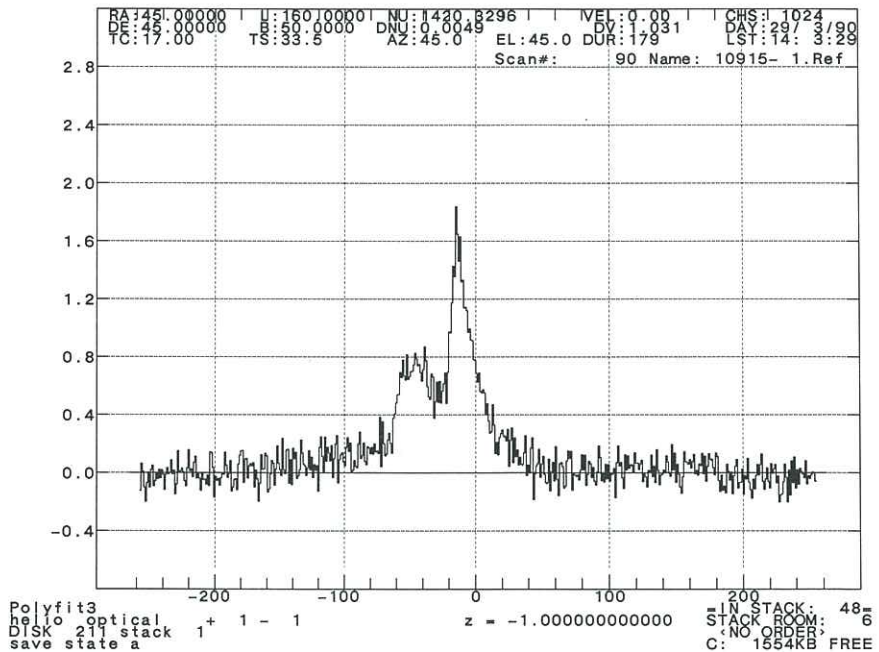
2.2.2.2.1. De Autocorrelatie-Spectrometer voor de Dwingeloo-teleskoop

Buiten het contract en in overleg met astronomen-gebruikers van de Dwingeloo teleskoop, werd besloten een Spectrometer voor de Dwingeloo teleskoop te bouwen, die als prototype voor de DAS kon dienen waarmee uitvoerige tests gedaan konden worden onder normale bedrijfscondities. De, 1000-kanaals, prototype-correlator werd pas in de loop van februari in de teleskoop aangesloten, waarna een zeer leerzame duurproef volgde. Zo werd, bijvoorbeeld, duidelijk dat het prototype Analooq/Digitaal (A/D) moduul niet aan de eisen voldeed. Het verbeterde moduul (waarover later meer) kwam pas in juni gereed en werd meteen in het gehele systeem getest. Andere problemen werden zichtbaar, zoals signaaloverspraak tussen verschillende delen van de correlator. De overspraak was van zodanig niveau, dat de zinvolle integratie tijd beperkt bleef tot enkele minuten, dus buiten de specificatie. Testmetingen wezen uit dat er tijdsafhankelijk rimpels op de doorlaatband zaten. Nadere analyse wees uit dat pieken op de correlatiefunctie verantwoordelijk waren voor de waargenomen effecten. Na de vervanging van de analooq-digitaal omzetter door het verbeterde prototype bleek echter maar een klein deel van de effecten verdwenen te zijn, zodat de oorzaak elders gezocht moest worden. Om de effecten onafhankelijk van het waarneemsysteem te kunnen analyseren werd het testprogramma voorzien van een optie voor lange integratie en werd het backend op een ruisbron aangesloten.

De foutenpatronen wezen duidelijk in de richting van overspraak; maar de vraag was waar en hoe. Na het verwijderen van alle niet direct noodzakelijke bedrading bleek het effect kleiner, maar nog steeds aanwezig. Toen leek het er sterk op dat de oorzaak gezocht moest worden in overspraak op de correlatorprint. De pieken op de correlatie-functie bleken veroorzaakt te zijn door overspraak van de digitale signalen op de analoge ingang van de A/D omzetters. Door verbetering van de aarding en de afscherming kon dit teruggebracht worden tot een aanvaardbaar niveau.

Het zoeken naar de preciese oorzaak en plaats van de overspraak nam wegens het lage niveau en het intermitterend karakter veel tijd in beslag.

In de verbeterde opzet lag het stoorniveau voor een videobandbreedte van 5 MHz een factor 5 beneden de rms ruis voor een integratie tijd van 1000 sec, zodat het systeem in elk geval binnen de specificatie ligt voor het geplande H-lijn survey op de



Figuur 2.2.5.

Lijnprofiel waargenomen met de nieuwe 1000-kanaals digitale autocorrelator. De metingen vonden plaats in de frequentie geschakelde mode. De integratie tijd is 180 seconden. De resolutie is 1,03 km/s.

Line profile obtained with the new 1000 channel digital autocorrelator in the frequency switched mode. The integration time is 180 seconds. The resolution is 1.03 km/s.

Dwingeloo telescoop. In figuur 2.2.5. is een met de ontvanger gemeten lijnprofiel te zien.

De gemeten lijnprofielen bleken echter nog variabele rimpels te vertonen. Deze bleken ten slotte door een fout in een optelroutine in het reductie-programma veroorzaakt te worden, waarna de fout werd hersteld.

De 256-kanaalscorrelator kon hierna na 16 jaar trouwe dienst definitief buiten werking gesteld worden!

2.2.2.2.2. Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer voor de JCMT

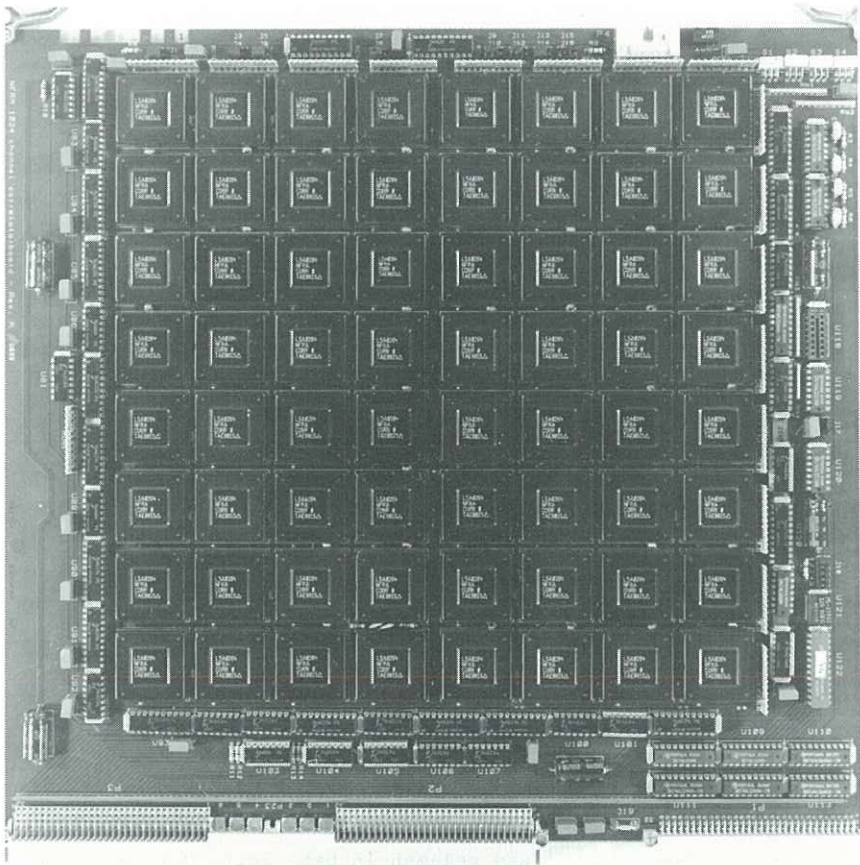
Tegelijkertijd met de "debugging" van de Dwingeloo-Spectrometer werd gestaag aan de bouw van verschillende modules voor de DAS-JCMT gewerkt.

Een prototype van het filtermoduul van het IF-to-Video-Converter (IVC) systeem kon al in het eerste kwartaal in het Laboratorium getest worden. De totale doorlaatband bleek precies binnen de specificatie te vallen. De onderdrukking van ongewenste mengprodukten was echter onvoldoende. Door een verbeterd printontwerp gecombineerd met een betere afscherming werd dit probleem opgelost. Daarna kon met de bouw van het gehele systeem begonnen worden. Tegen het eind van het jaar was het IVC-systeem op de besturingsbedrading na geassembleerd. Het besturingssysteem, inclusief de OS9 en VAX programmatuur, was eveneens praktisch gereed zodat de tests van het complete systeem begin 1990 kunnen beginnen.

Het prototype van de analoog-digitaal omzetter heeft ons heel wat hoofdbrekens gekost. Door het pas in december 1988 beschikbaar komen van een werkende correlator kon dit deel pas daarna goed aan de tand gevoeld worden. Hierbij kwam een waslijst van problemen aan het licht. Het hoofdprobleem bleek te worden veroorzaakt door overspraak in de sampler module. (Een ADC-moduul bestaat uit een moederbord, die 2 sampler modules, de totale power detector en een VME bus interface bevat.) Dit noodzaakte ons om het ontwerp van het geheel grondig te herzien. Omdat ook een wijziging in de manier van signaal overdracht van het ADC-systeem naar het correlator-systeem moest worden aangebracht, is een geheel nieuw printontwerp gemaakt voor de sampler-module en het moederbord.

Een andere reden hiervoor was gelegen in het feit dat de nauwkeurigheid van de stabilisatie van de referentie niveaus van de sampler modules slechter bleek dan op grond van de ontwerp specificaties van de voor het DCB in Westerbork gebruikte regellussen verwacht zou mogen worden. Controle metingen in Westerbork wezen echter uit dat de werkelijke toleranties (zonder het gebruik van faseschakelen) in dezelfde orde van grootte liggen, zodat het wenselijk bleek alsnog voorzieningen aan te brengen voor het meten van de referentie niveaus.

Het ontwerp van de analoog-digitaal omzetter is dus, op grond van de opgedane ervaring, op een aantal punten herzien en verbeterd.



Figuur 2.2.6.

Foto van een NFRA correlator bord voor de DAS. Het bord bevat 64 correlator chips van NFRA-ontwerp. De capaciteit per bord is 128 kanalen met een totale bandbreedte van 160 MHz. De klok frequentie is 40 MHz.

Photograph of a NFRA correlator board for the DAS. The board houses 64 NFRA correlator chips. The capacity per board is 128 channels for a total bandwidth of 160 MHz. The clock frequency is 40 MHz.

Het werk aan het besturingsgedeelte van de correlator heeft een forse vertraging opgelopen. De bedrading is voor het grootste gedeelte aangebracht, maar geeft relatief veel nawerk, tengevolge van bedradingsfouten. Pas na het oplossen van de problemen met de Dwingeloo spectrometer als prototype kon het groene licht gegeven worden voor de produktie van alle correlator borden. (Zie figuur 2.2.6.).

De 27 borden zijn, na een degelijke voorbereiding aan onze kant, door een assemblage bedrijf van componenten voorzien en in een golfbad gesoldeerd. De printen bleken naar behoren te werken en er kon derhalve opdracht gegeven worden tot de produktie van de resterende 27 prints. Eén van de borden was bestemd voor het "Onsala Space Observatory". Een medewerker van deze sterrenwacht heeft de door hun gekochte NFRA-Correlator-Chips op de Dwingeloo teleskoop getest en vervolgens een kant en klaar bord (en de chips) meegenomen voor gebruik in hun in aanbouw zijnde spectraallijn systeem (een tweede bord is later nagezonden). Van de resterende borden zijn er twee voor Haystack Observatory, twee voor Five College Observatory en één voor het Lincoln Laboratory. De NFRA-Correlator-Chip is, behalve door deze genoemde instellingen, ook aangeschaft door IRAM, Meudon Observatory, de University of California in Berkeley en Interferometrics.

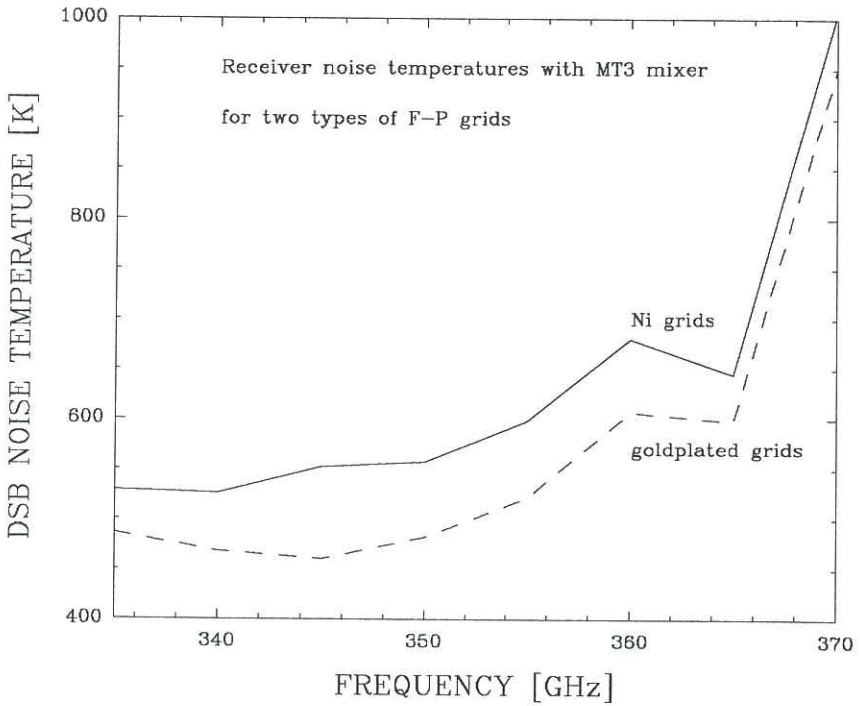
I.v.m. de bezetting van het Micad pcb-ontwerpsysteem moest een tweede Micad gehuurd worden voor het ontwerp van de borden voor de crossbarswitch. Het werk hieraan was vrij complex, omdat de serie-parallel conversie van de correlator naar de AD-omzetters verschoven was. Dit bracht enerzijds een verviervoudiging van het aantal verbindingen met zich mee; anderzijds verminderde het de snelheid van de signalen van 160 MHz tot 40 MHz. De twee borden bleken, na correctie van een verwisseling in een aantal connector-aansluitingen, volgens specificatie te werken. Het backplane ontwerp was in december gereed maar het moest nog omgezet worden in een definitieve print.

Wat de programmatuur betreft is communicatie tussen de configuratie programma's en de DAS D-task gedefinieerd. Grote delen van het configuratie programma zijn inmiddels voor de conversie naar VAX-Fortran gemaakt en gedocumenteerd.

2.2.2.2.3. Ondersteuning JCMT 345 GHz ontvanger

Frontendwerk t.b.v. de JCMT heeft zich in 1989 op een aantal fronten afgespeeld. In de eerste plaats was er de ondersteuning aan de 345 GHz JCMT ontvanger (ontvanger B1).

Sinds de installatie van het nieuwe carcinotron in december 1988 hebben zich met de ontvanger geen onoverkomelijke problemen voorgedaan. Dit is, naast de beschikbaarheid van voldoende reserve-mixers, mede te danken aan de ondersteuning in Hawaï door Peter Hekman, die langzamerhand in staat is de meeste problemen op te lossen, al dan niet na ruggespraak met het Lab in Dwingeloo.



Figuur 2.2.7.

Grafiek van de dubbelzijband ruistemperatuur als functie van frequentie voor een gekoelde Schottky-diode-mixer met twee verschillende Fabry-Perôt roosters.

Plot of the double sideband noise temperature as function of frequency for a cooled Schottky diode mixer with two different Fabry-Perôt grids.

Het werk voor ontvanger B1 in Dwingeloo is in het eerste kwartaal beperkt gebleven tot de reparatie van een harmonisch mixer. Daarnaast werd de tweede reserve signaalmixer onderzocht op verslechtering van de ruiseigenschappen na langdurig cryogeen gebruik. Gebleken is dat gedurende een periode van 4 weken de ruis-temperatuur, afhankelijk van de frequentie, met 20 tot 50% kan oplopen. Na opwarmen, evacueren en opnieuw koelen daalt de ruis tot de oorspronkelijke waarde. De genoemde percentages zijn vermoedelijk afhankelijk van de eigenschappen van het cryogene systeem (inlek). Het gedemonstreerde effect is aanzienlijk kleiner dan de waargenomen ruistoename van de ontvanger in Hawaï die aan het slecht functioneren van een carcinotron werd toegeschreven. Het was echter groot genoeg om verder onderzoek naar de oorzaak ervan te rechtvaardigen. Het probleem lijkt karakteristiek voor cryogene systemen voor sub-mm golflengten. Het onderzoek wees uit dat de intrinsieke mixer eigenschappen niet veranderen.

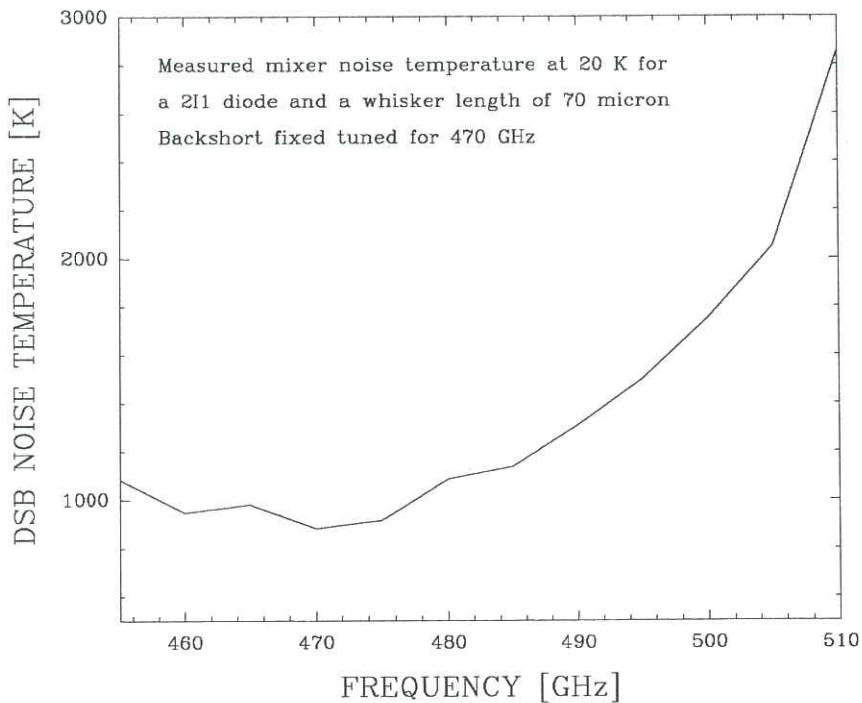
Om de ruistemperatuur van de ontvanger te verbeteren werden de eigenschappen van een Fabry-Perôt diplexer met vergulde i.p.v. nikkel roosters met twee verschillende lijnbreedten onderzocht. Zowel voor roosters met 150 als met 200 lijnen/inch werd een verbetering in ruistemperatuur van 10 tot 15% gemeten voor een mixer op kamertemperatuur. In het derde kwartaal werden een harmonisch mixer en een signaal-mixer gerepareerd. De beschikbaarheid van een signaalmixer werd benut om de verbetering in ruistemperatuur met vergulde grids in de Fabry-Perôt diplexer voor een gekoelde mixer te bepalen. Gemiddeld over de frequentieband blijkt de verbetering 60 K te zijn (zie figuur 2.2.7.), wat voor de ontvanger een DSB ruistemperatuur beneden 500 K voor frequenties lager dan 350 GHz zou betekenen.

De gerepareerde mixers werden door JCMT staf in de ontvanger in Hawaï ingebouwd. Na vervanging van het, door een te hoge lijnstroom beschadigde, carcinotron door het oude exemplaar, werd op 345 GHz een laagste ontvanger ruistemperatuur van 620 K DSB gemeten. Afgezien van een met enige regelmaat terugkerend probleem met de waterkoeling van het carcinotron, heeft de ontvanger geen problemen opgeleverd.

Het door ROE bestelde reserve carcinotron voor de JCMT werd later in het jaar uitvoerig in Dwingeloo getest, waarbij zich een probleem openbaarde met het in fase locken van dit carcinotron. Na overleg met de leverancier Thomson werd tijdens een bezoek van twee Thomson medewerkers in december besloten het carcinotron terug te sturen voor verdere evaluatie door de fabrikant.

2.2.2.2.4. Automatisering Hoog Spanning Voeding

Het contract met ROE voor de Automatisering van de Hoog Spanning Voeding (HVS) werd begin 1989 afgesloten, toen de hard- en software naar Hawaï werd verscheept. De dokumentatie werd afgerond met een beschrijving van het systeem (NFRA Note 538).



Figuur 2.2.8.

Grafiek van de DSB-ruistemperatuur als functie van frequentie voor een gekoelde 470 GHz Schottky-diode-mixer.

Plot of the DSB noise temperature as a function of frequency for a cooled 470 GHz Schottky diode mixer.

2.2.2.2.5. Schottky-diode-mixer voor 470 GHz

Het programma voor simulatie van Schottky-diode-mixer-eigenschappen op 470 GHz (onder ROE contract) werd verder uitgebreid met de berekening van het ruisgedrag. In de huidige vorm bepaalt het programma, als functie van de frequentie, de optimale back-short positie om minimale ruis van de mixer te verkrijgen. De gevoeligheid van de ruiseigenschappen als functie van de mixer- en diode-parameters is onderzocht. Dit resulteerde in de konklusie dat aanzienlijk kortere whiskerlengten nodig zijn dan voor de tot nu toe gemaakte mixers. De uit de simulaties berekende resultaten voor een mixer bij kamertemperatuur werden in de praktijk bevestigd.

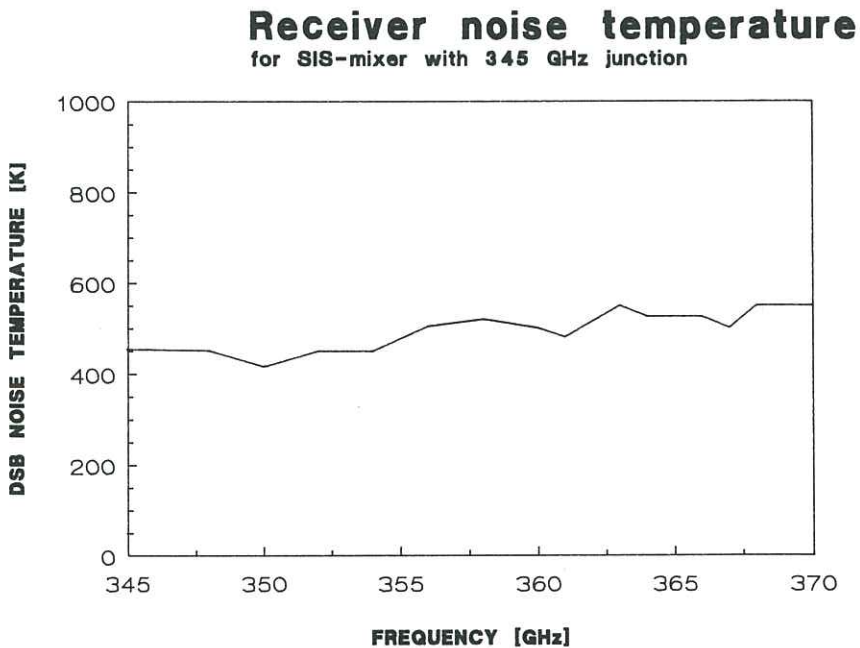
De ontwikkeling van de mixer werd in juni afgesloten. Een DSB ontvanger ruistemperatuur van 900 K is met het huidige ontwerp haalbaar (zie figuur 2.2.8.), binnen de specificaties voor de ruistemperatuur van dit ROE contract. De mixer werd tevens onderzocht op de eigenschappen als harmonisch mixer. De resultaten van deze metingen en een studie naar de ombouw van de 345 GHz ontvanger voor de 470 GHz band werden vastgelegd in een rapport voor ROE, "A wideband 460-500 GHz Heterodyne Receiver for the JCMT". Dit rapport is ook als NFRA-note verschenen (NFRA Note 552). Het vormt de afsluiting van dit contract.

2.2.2.2.6. SIS-mixers en multibeam-faciliteit

In de loop van het tweede kwartaal heeft A. van Ardenne afscheid genomen van ons bedrijf. Tot die tijd was hij projectleider voor het SIS-multibeam-werk. Dit project beoogt uiteindelijk een 2x4 bundel SIS-ontvanger voor 350 GHz voor de JCMT te realiseren. Het valt binnen een contract met ROE waarvan voor als nog alleen de eerste fase, de demonstratie van een 3 bundel ontvanger, contractueel goedgekeurd is.

Na het vertrek van A. van Ardenne werd ons frontend werk voor de JCMT geëvalueerd en gereorganiseerd. Na overleg met astronomen gebruikers en onze collega's bij SRON, Groningen leek het ons verstandig onze inspanning in de richting van SIS-detectoren te sturen in plaats van het Schottky-diode werk. Aangezien de aan lopende contracten t.b.v. dit laatste werk medio 1989 voldaan was, werd de beslissing genomen ons te concentreren op het SIS-werk met E.E.M. Woestenburg als projectleider.

Met SRON, Groningen is overlegd over toekomstige samenwerking op dit gebied. Gezien de gezamenlijke interesse (zelfde golflengte en technieken) is het duidelijk dat er reden is voor samenwerking. De details van de samenwerking zullen in 1990 uitgewerkt worden. Het is duidelijk dat ons Laboratorium SRON kan adviseren/steunen met microgolf problematiek, LO systemen, IF versterkers, etc. Vanuit SRON en de RUG kan ASTRON op steun rekenen op het gebied van juncties. De RUG maakt, dankzij een STW bijdrage, voor SRON Nio-bium SIS juncties o.a. voor gebruik op 350 GHz in mixers voor toepassing in de ruimtevaart. Tot nu toe is ASTRON aangewezen op de



Figuur 2.2.9.

Grafiek van de DSB-ruistemperatuur als functie van frequentie van een NFRA SIS-mixer uitgerust met een lood SIS-junctie van de Universiteit van Kent.

Plot of the DSB noise temperature as a function of frequency for a NFRA SIS mixer equipped with a lead SIS junction from Kent University.

moeizaam verkrijgbare en kwetsbare Lood SIS juncties van Kent University.

In april werd een bezoek gebracht aan Kent University om de faciliteiten voor fabricage van SIS-juncties te bezichtigen en een nieuwe batch juncties op te halen. Deze batch leek aanvankelijk enkele bruikbare juncties te bevatten. De karakteristieken veranderden echter snel onder invloed van nog onvoldoende bekende oorzaken. Een van de oorzaken is veroudering, een andere heeft te maken met de behandeling (o.a. manier van bewaren). Als gevolg hiervan konden geen metingen aan een mixer gedaan worden. Het onderzoek heeft zich eerst geconcentreerd op het verkrijgen van inzicht in de oorzaak van de veranderde eigenschappen. Hiertoe zijn de juncties op dezelfde wijze bewaard gebleven, dus in vacuum en op kamertemperatuur. Uiteraard is gekeken of hier ter plekke geen fouten gemaakt worden, zoals verkeerde behandeling, beschadigen door statische lading of iets dergelijks. De genoemde veranderingen doen zich echter in een snel tempo voor, sneller dan redelijkerwijs verwacht mag worden. Ze lijken niet toegeschreven te kunnen worden aan onjuiste handelingen.

Naast enkele structuren die geïmplementeerd zijn op een SRON masker, werd ook een specifiek NFRA masker in Engeland gemaakt dat een grotere variëteit aan door ons ontworpen structuren bevat. Dit laatste masker waarop ook structuren voor 460-490 GHz zijn aangebracht, wordt voortaan door Kent University gebruikt bij de fabricage van nieuwe lood juncties voor NFRA. Hiermee kan het aantal juncties van een gewenst type met een faktor 4 worden verhoogd, waardoor naar wij hopen de bevoorrading minder moeizaam zal verlopen.

Daar we gedurende een lange tijd niet over bruikbare 345 GHz juncties konden beschikken, werd, van de nood een deugd makend, een vanuit RAL meegebrachte 230 GHz junctie in onze mixer getest. Deze bleek, ondanks de te verwachten niet optimale eigenschappen voor een aanpassing aan een 345 GHz mixer, redelijke resultaten op te leveren (1000 K DSB). Het belang van dit resultaat is met name dat hiermee kon worden aangetoond, dat een 'betrouwbare' junctie zonder al te veel problemen in onze mixer kan worden ingebouwd en gebruikt kan worden. Van deze meetresultaten en enkele simulaties van de aanpassing van SIS-mixers in golfpijpuitvoering werd in november verslag gedaan tijdens een door ROE georganiseerde workshop over SIS-mixers.

Begin november werd een nieuwe batch van onze 'eigen' juncties uit Kent ontvangen en getest. Nadat een probleem in het biascircuit van de mixer was opgelost konden uitvoerig metingen worden verricht, welke een laagst gemeten DSB ruistemperatuur van 400 K bij 350 GHz opleverden (zie figuur 2.2.9.). Indien de aanpassing aan de mixer verbeterd kan worden lijkt een verbetering tot beneden 300 K haalbaar.

Uit de metingen is gebleken dat het aanbrengen van een magneetveld over deze junctie noodzakelijk is om Josephson effecten

te onderdrukken en een stabiele meetsituatie mogelijk te maken. Geverifieerd werd dat hier inderdaad heterodyne menging plaats vond.

Metingen in de 470 GHz band laten een vergelijkbaar beeld zien met verhoudingsgewijze hogere ruistemperaturen van rond 1000 K en slechtere aanpassing. Deze resultaten zijn te verbeteren door het mixer- en junctie-ontwerp te optimaliseren voor deze hogere frequentieband. Ze tonen dat loodjuncties tot frequenties boven 500 GHz bruikbaar zijn.

De test opstelling voor de SIS-ontvanger kon in het eerste kwartaal gereed gemaakt worden. Hierdoor is een flexibele en stabiele testopstelling ontstaan, waarbij zowel met test-dewars (HD-2) als ontvanger-dewars (Oxford cryostaat en de HD-3) getest kan worden. Nu kunnen ook de frames voor de ontvanger-dewars aangesloten worden op de testtafel, zodat een compleet systeem getest kan worden.

Het bij ROE ingediende multibeam-voorstel omvat de bouw van een test ontvanger voor het prototype van de 1×3 array. Deze ontvanger zal voor testen en waarnemingen op de JCMT gebruikt worden. De konstruktie van een, in fase gelocked, LO-systeem, analoog aan het systeem in ons lab, vormt hiervan een belangrijk onderdeel.

Voor het sturen van de SIS-mixers wordt naar toepassing van een solid-state LO gestreefd in plaats van een carcinotron. In het tweede kwartaal zijn de onderdelen voor zo'n LO-systeem binnengekomen, zodat een lab-opstelling gemaakt kon worden. Het voorgestelde systeem bestaat uit een Gunn-oscillator gevolgd door een quadrupler. De uitgangsfrequentie ligt in het 350 GHz gebied.

Voor de uitkoppeling van de quadrupler zijn een aantal "horns" gemeten. Hiervoor is bekeken hoe het automatisch meten van antenne patronen efficiënt gedaan kan worden. De hiervoor al bestaande software werd verder bijgewerkt.

Het frequentiebereik en het uitgangsvermogen van de Gunn-oscillatoren en de quadrupler werden gemeten. Een uitgangsvermogen van enkele tienden mW (max 0,5 mW) is haalbaar over een band van 12 GHz rond 345 GHz. De beperking ligt in de bandbreedte van de gebruikte Gunn-oscillatoren. De quadrupler is over een band van 30 GHz bruikbaar.

Het in fase locken van de Gunn-oscillatoren is het laatste kwartaal onderzocht. Na aanvankelijke problemen met de kwaliteit van het "gelockte" signaal kon een bevredigend resultaat bereikt worden door gebruik te maken van de "microwave stabilizer". Er is met het huidige systeem veel ervaring opgedaan ten gunste van een LO-systeem zoals dat in de multibeam ontvanger gebruikt zal gaan worden. Het huidige solid-state LO-systeem is bedoeld voor lab gebruik en heeft reeds zijn dienst bewezen als "signaalbron" om heterodyne menging bij een SIS-mixer aan te tonen.

2.2.2.3. In het kader van de UK/NL Samenwerking t.b.v. de ING

2.2.2.3.1. CCD-Camera-controllers

In het eerste kwartaal van 1989 werd de laatste CCD-camera-controller aan RGO afgeleverd. Daarmee, was op de dokumentatie na, de taak van ASTRON volbracht. Alle vijf controllers hebben sindsdien probleemloos gefunctioneerd. Een uitgebreide dokumentatie werd in de loop van het jaar voorbereid en aan RGO voor commentaar overhandigd. Eind november werd de eindversie afgeleverd.

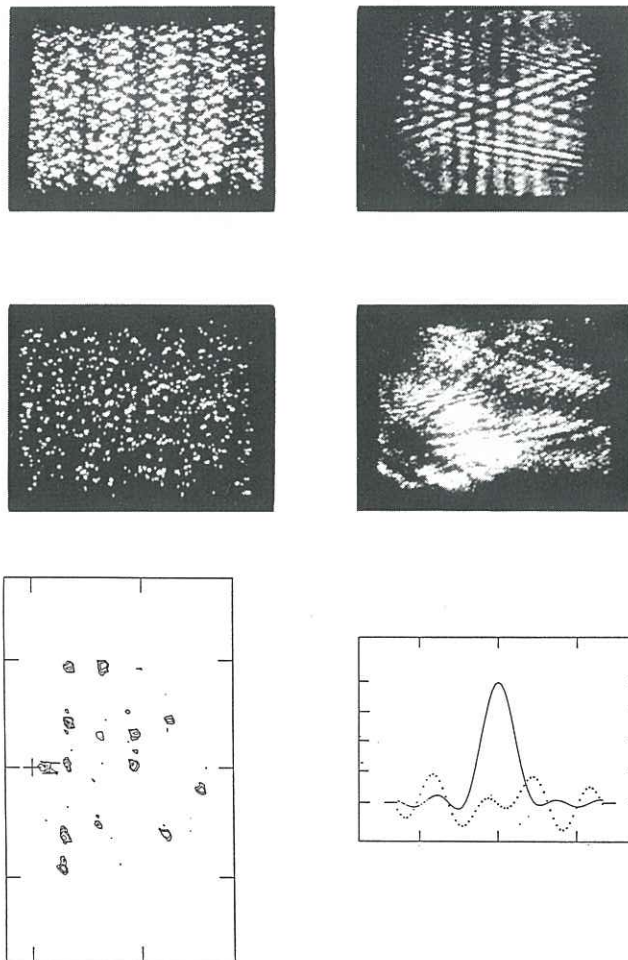
Dankzij dit project was ASTRON ook in staat om SRON van CCD-controllers te voorzien. Na de al in 1988 aan SRON (ROL) afgeleverde controller werd in 1989 aan ROU een tweede geleverd. Er zijn inmiddels ook plannen om meer systemen te bouwen o.a. voor nieuwe projecten t.b.v. de telescopen op La Palma of elders.

2.2.2.3.2. SCASIS

SCASIS is een experimenteel, instrumenteel onderzoekproject om de mogelijkheden te onderzoeken van spectrale apertuursynthese methoden voor grote optische telescopen. Met een acht-elements, redundante, één-dimensionale pupilvlakinterferometer worden fringe-patternen waargenomen, waaruit gecorrigeerde, complexe coherentie functies bepaald kunnen worden. Hiermee kunnen tenslotte beelden met hoge resolutie gesynthetiseerd worden, die gecorrigeerd zijn voor versmering door atmosferische turbulentie.

Het SCASIS team bestaat uit J.D. Bregman, C.M. de Vos (ASTRON), U.J. Schwarz en A.P. Rao (beide Kapteyn Lab.). In 1989 werd een aantal mijlpalen bereikt. In februari werden de eerste waarnemingen met de nieuwe modulaire interferometer gedaan in de GHRIL op de 4,2 m WHT. In de bruikbare, heldere, halve nacht werden bij een seeing tussen 3 en 6 boogsec fringes waargenomen op basislijnen tot 0,8 m. Na middeling over 5 sec vertonen de "closure phases" een spreiding van minder dan 5 graden. Hiermee is een reconstructie voor de heldere puntbron α Bootis gedaan.

In juni werd op de Zweedse zonnetoren op La Palma het GHRIL-videosysteem getest voor oplevering. Het signaal van een TV camera met beeldversterker wordt na toevoeging van calibratiesignalen op een PC-beeldverwerkingssysteem met een videorecorder opgeslagen. De videotapes kunnen nu in een multipass-systeem gedigitaliseerd worden op het PC systeem, waarna verder processing op VAX en Alliant computers in het Ethernet netwerk plaatsvindt. Dit kan zowel op La Palma, als ook in Dwingeloo en Groningen gedaan worden. In december werd een tweede serie SCASIS waarnemingen gedaan door Bregman, Schwarz, De Vos, Wouts (Kapteyn Lab.) en Boxma. Alhoewel nog geen definitieve resultaten beschikbaar zijn kan nu reeds van een succesvolle sessie gesproken worden. Waarnemingen zijn in één en in twee kanaals mode gedaan. Een aantal dubbelsterren (tot 0^m.2 en 5.8 magnitute) is waargenomen in 20 nm banden op 480 nm en 632 nm, beide met de ITV (beeld versterkte TV) als met



Figuur 2.2.10.

Optische apertuur synthese

- a. Complex patroon van 28 laserfringes gevormd door de 8 elements, één dimensionale array van 0,3 m bij 2,4 m.
- b. Opname van het fringe-patroon met een laboratorium-puntbron met 40 nm bandbreedte, laat verzwakking van fringes zien als gevolg van weglengte fouten in het optische systeem.

- c. Smalbandige opname van een ster bij 3 nm bandbreedte (20 ms integratie), waarin alleen de individuele-fotonresponsies te zien zijn van de beeldversterker.
- d. Steropname met 40 nm bandbreedte, die zowel de verzwakking van fringes door weglengte fouten laat zien, als de kromming van de fringes ten gevolge van fase fouten veroorzaakt door de atmosferische turbulentie.
- e. Coherentie amplitude na Fourier transformatie van het fringe patroon en middeling over 224 frames van 20 ms integratie, op α Bootis op 630 nm en 10 nm bandbreedte. Zes redundante aperturen van 7 cm in het vierkant zijn gebruikt om 15 complexe zichtbaarheden te vormen, waarvan slechts 13 duidelijk zichtbaar zijn door slechte belichting van een van de aperturen.
- f. Vanuit de redundante serie van 20 closure-phases zijn de 5 onafhankelijke coherentie fasen bepaald. Onder aanname van constante "visibility amplitude" is een één-dimensionale projectie van de bron gereconstrueerd. De verschillen met de theoretische bronresponsie zijn geplot op een 10 keer vergrootte schaal om het effectieve dynamische bereik van een synthese beeld aan te geven.

Seeing cell aperture synthesis interference spectroscopy.

- a. Laser fringes, showing the complex pattern of 28 fringes formed by the 8 element regular array measuring 0.3 m by 2.4 m.
- b. Laboratory point source with 40 nm bandwidth shows decorrelation of fringe systems due to delay errors.
- c. Narrow band fringes from a stellar source, bandwidth 3 nm, where only individual photon events can be seen (20 ms integration) with the image intensifier.
- d. Broad band fringe from a stellar source, bandwidth 40 nm, showing both the decorrelation by delay errors and the fringe curvature by phase distortions due to atmospheric seeing.
- e. Amplitudes of Fourier Transform of fringe pattern. An average over 224 frames of 20 ms integration time on α Bootis at 630 nm and 10 nm bandwidth. Six redundant 7 cm square apertures were used to form 15 complex visibilities of which only 13 can be clearly seen, due to bad illumination of one of the apertures.
- f. Using the redundant series of 20 closure phases the 5 independent coherence phases have been derived. Assuming constant visibility amplitude a one dimensional projection of the source has been constructed.

In order to accentuate the effective dynamic range of a synthesized image, the differences with the theoretical response of the source have been plotted 10-fold blown up.

de blauw gevoelige digitale IPD (imaging photon counting detector). De symbiotische ster EG And (7,5 magnitude) is in H β waargenomen met de IPD in een 1 nm lijn en simultaan in een 20 nm continuüm kanaal. Voor deze waarnemingen zullen de atmosferische correcties in het continuüm signaal afgeleid, en daarna toegepast worden op het lijnsignaal. Figuur 2.2.10. toont enige voorlopige resultaten.

2.2.2.4. Diverse ontwikkelingen

Expert systems

Een expert system is een gegevensbestand waarin kennis over een bepaalde zaak of systeem is opgeslagen, die met behulp van een zoekprogramma doorzocht kan worden.

Deze systemen lenen zich onder andere voor het opzetten en uitvoeren van foutzoekprocedures. Dit was de aanleiding om een programmapakket aan te schaffen om de toepassingsmogelijkheden van een dergelijk systeem voor ontvangerdiagnostiek te onderzoeken. Door een tweetal HTS-studenten is daartoe een gedeelte van de besturingselektronika van de Dwingeloo telescoop in genoemd expert system ingevoerd. Het projekt zal in 1990 voortgezet worden door het systeem voor de Dwingeloo telescoop verder uit te bouwen.

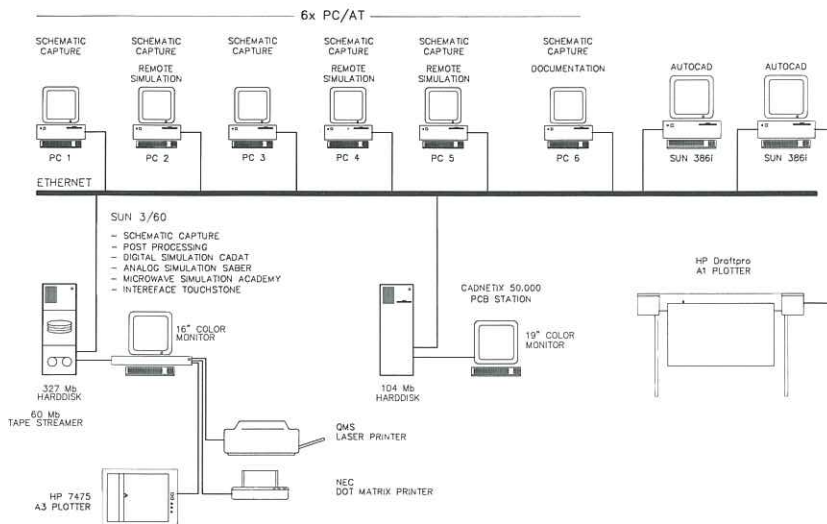
2.2.3. Infrastructuur

2.2.3.1. CAD/CAE-systemen.

In dit jaar is begonnen met het invoeren van een geïntegreerd CAD/CAE-systeem, waarmee het elektronisch (digitaal en analoog) ontwerp- en simulatiewerk gedaan kan worden, zowel als het mechanisch teken- en ontwerpwerk, alsmede het specifieke microgolf ontwerp- en simulatiewerk.

De doelstelling hiervan is in het vorige jaarverslag weergegeven; deze is in het kort het moderniseren van het ontwerptraject met simulatietechnieken, het uitbestedbaar maken van complexe (meerlaags) "printed circuit boards"(pcb's) en "wire wrapped boards", en het realiseren van een systematische en eenduidige documentatie. Tevens is gestreefd naar zo spoedig mogelijke realisatie van een faciliteit voor geautomatiseerd pcb-layout ontwerp (wat pas voor 1990 voorzien was) en layoutwerk voor microgolftoepassingen van "artwork"-kwaliteit.

De verkenningen bij en onderhandelingen met een aantal potentiële leveranciers hebben in het voorjaar geleid tot de keus voor Cadnetix, dat een systeem kon leveren dat het best aansloot bij onze doelstellingen en werkwijzen. Figuur 2.2.11. geeft schematisch het hele systeem weer. Anders dan in veel meer op productie gerichte omgevingen, moesten wij de nadruk leggen op veelzijdige functionaliteit en veelzijdige toegankelijkheid en minder op hoge



Figuur 2.2.11.

Het geïntegreerde CAD/CAE-systeem met de functies

- invoer van elektronische schema's (Dazix/Cadnetix),
- simulatie van digitale circuits (CADAT),
- simulatie van analoge circuits (SABER),
- pcb-ontwerp en plotten (Cadnetix),
- invoer van microgolfcircuits (Academy),
- simulatie van microgolfcircuits (Academy/Touchstone),
- "artwork" van microgolfcircuits (Academy/Micmask),
- mechanisch tekenen (Autocad),
- en met uitvoer op plotters (A1 en A3) en printers (Laser en Dot-matrix).

The integrated CAD/CAE system with the functions

- electronic schematic entree (Dazix/Cadnetix),
- digital simulation (CADAT),
- analog simulation (SABER),
- pcb layout design (Cadnetix),
- microwave schematic entry (Academy),
- microwave simulation (Academy/Touchstone),
- microwave artwork (Academy/Micmask),
- mechanical drafting (Autocad),
- with output on plotters (A1 and A3) and printers (laser and dot matrix).

bezettingsgraad per functie. Het systeem is toegankelijk met PC-/AT's, zodat tevens aan de bestaande behoefte aan PC's voor applicatieprogramma's onder MSDOS kon worden voldaan. Met Cadnetix konden goede afspraken gemaakt worden over de continuïteit van het produkt en de ondersteuning bij de nodige cursussen en het voor een jaar op leenbasis beschikbaar krijgen van hun, voorlaatste versie, pcb-layoutstation.

Voor het mechanisch tekenwerk is Autocad gekozen, wegens de uitwisselbaarheid met andere instituten en de kwaliteit als de facto standaard voor dit werk. Voor het microgolfwerk was al voor de EESOF-lijn gekozen.

Met de aankoopbeslissing werd een periode van twee jaar intensieve voorbereiding afgesloten. De in gebruikname van een dergelijk systeem, dat meer is dan een bijzonder instrument, maar vooral een wijziging van werkwijze omvat, vereist planning van een inleerperiode en een doelbewuste invoeringsstrategie. Daarbij speelt ook een rol dat de invoering in de projecten sterk samenhangt met de ontwikkelingsfase waarin deze zich bevinden.

De doelstellingen, de systeemkeuze en de invoeringsproblematiek zijn met de betrokkenen in een aantal voortgangsbesprekingen (algemene Lab/CTD-vergaderingen en specifieke CAD-werkbesprekingen) besproken. Aan de orde kwamen de gevolgen voor de werkwijze, de wensen t.a.v. cursussen, de keuze van cursussen en de fase-ring daarvan, de mogelijke gevolgen voor taakinhouden, de keuze tussen specialisatie van enkelen tegenover allround blijven van allen t.a.v. het pcb-werk, ervaringen met het systeem en problemen met de invoering.

De volgende keuzen zijn als invoerstrategie gemaakt:

Alle gebruikers volgen de schemainvoer cursus, de elektronici tevens de pcb-layout cursus en de tekenaars tevens een Autocad cursus. De cursussen voor gebruik van de simulatoren CADAT en SABER worden door de Ir's en h.t.s.-ers gevolgd en wel analoog of digitaal naar gelang hun specialisatie. Tevens is ervoor gekozen dat ieder zich thuis maakt op het systeem en niet voor specialisatie van enkelen. Ook is gekozen voor een gelijktijdige introductie van alle betrokkenen op het systeem, hoewel dat betekende dat niet ieder het geleerde direct in het eigen project zou kunnen toepassen. Voordelen zijn onderlinge informatie uitwisseling en daarmee snellere vorderingen, beter saamhorigheidsgevoel, voorkomen van te grote verschillen tussen koplopers en achterblijvers, zoveel mogelijk gelijke kansen bieden, zoveel mogelijk eenheid van benadering, zo groot mogelijk klankbord.

In het laatste kwartaal is door een tijdelijke kracht de componentenbibliotheek aan onze behoeften aangepast; ook de vaste medewerkers hebben elk een of enkele componenten ingevoerd in het kader van het thuis raken op het systeem.

Er zijn contacten gelegd met de Daisy/Cadnetix-gebruikersgroep en met enkele TNO-laboratoria waar men al enkele jaren goede ervaring heeft met Cadnetixsystemen zoals wij die hebben.

Van het invoertraject, geschat op 2 jaar, is nu een half jaar verstreken. De ervaringen zijn vooralsnog gunstig.

2.2.3.2. Printerij

In het voorjaar zijn de plannen geconcretiseerd voor nieuwbouw van de printerij. De noodzaak daartoe was een door de arbeidsinspectie al eerder gesignaleerd ruimtegebrek, waardoor mogelijk veiligheidsrisico's zouden kunnen ontstaan. Met de betrokkenen zijn uitvoerige besprekingen gevoerd over de huidige en de toekomstige eisen te stellen aan de printerij, rekening houdend met de werkwijze die het nieuwe CAE/CAD-systeem met zich meebrengt en met de aantallen en soorten pcb's die wij in huis zullen moeten blijven maken en die wij zullen uitbesteden.

Het gereedkomen van de nieuwe printerij wordt in het eerste kwartaal van 1990 verwacht. We zullen dan beschikken over een printmakerij waarin goed en veilig gewerkt kan worden, maar tevens over een ruimte waar ook anderen onder zeer stofarme condities kunnen werken (b.v. aan microstrip substraten).

2.2.3.3. PCB- en Wire-wrapped-boardproductie.

Bij in het bijzonder het DAS-project was veel werk te doen aan grote, complexe "wire-wrapped-boards" en grote aantallen pcb's.

Wire-wrapped-boards hebben het voordeel dat nog in een testfase verbeteringen kunnen worden aangebracht, bedradingsfouten hersteld, gewijzigde inzichten verwerkt, zonder een geheel nieuw board te moeten maken. Tegenover deze flexibiliteit staat dat het vervaardigen van zulke boards, vooral wanneer ze omvangrijk en complex zijn, een bijzondere werkbelasting vertegenwoordigt. Het vereist lang volgehouden grote accuratesse en concentratie, zorgvuldige hantering en grote gezichtsscherpte. Als experiment is voor een deel van de wire-wrapping gebruik gemaakt van een jonge uitzendkracht. Het resultaat bleef achter bij de verwachtingen; het verrichte werk eiste veel begeleiding en later veel nazorg.

De conclusie is daarom dat bij het ontwerp van projecten toepassing van wire-wrapped-boards, zeker grote, zoveel mogelijk vermeden zal moeten worden. Dat zal zeker niet altijd kunnen. We streven er dan naar de wire-wrapping zoveel mogelijk uit te besteden. De nodige flexibiliteit dient zoveel mogelijk door middel van simulatie, die met ons CAE/CAD-systeem uitgevoerd kan worden, gevonden te worden.

De fabricage van pcb's voor het DAS-project is uitbesteed, omdat we de faciliteit van doormetalliseren niet in huis hebben. Nieuw is dat we dit jaar ook het aanbrengen van de componenten en het soldeerwerk hebben uitbesteed. Belangrijke argumenten daarbij waren de werkbelasting, zowel naar omvang als naar aard, de duur van de fabricage en de gegarandeerde kwaliteit. Handmatig werken is enerzijds routinewerk, anderzijds moet het aan hoge kwaliteits-eisen voldoen t.a.v. nauwkeurigheid en zorgvuldigheid. De ervaring

met deze uitbesteding zijn zodanig gunstig dat hiervan zoveel mogelijk gebruik gemaakt zal gaan worden.

2.2.3.4. Planning

In het afgelopen jaar is geëxperimenteerd met systematische planning van de projecten en de daarvoor benodigde personele en materiële middelen. Daarbij is gebruik gemaakt van een op PC's werkend projectplanningsprogramma (Super Project Expert). Planning is in een R&D-organisatie met een matrixstructuur, zoals Lab/CTD bij uitstek is, inherent moeilijker dan in organisaties met een enkelvoudige structuur. Directe aanleidingen tot het onderzoek naar de mogelijkheden van meer systematische planning waren grote tijdsoverschreidingen van projecten, de geringe inzichtelijkheid van de toestand van de projecten, de geringe voorspelbaarheid van de realisatieduren en -tijdstippen, de negatieve onderlinge beïnvloeding van de voortgang, de daarmee samenhangende problemen met de planning van de instrumentmakerij, en van de inzet van mankracht.

Het experiment hield voorts nog in een analyse van enkele projecten met WBS- (work breakdown scheme), PERT- (project evaluation and review technique) en Ganttkaarttechnieken. Het gekozen planningsprogramma bleek voor ons doel geschikt. Het invoeren van deze wijze van plannen vereist echter een aanmerkelijke initiële inspanning en de discipline de planning met actuele gegevens bij de tijd te houden. Het gaat hierbij niet alleen om het gebruiken van een hulpmiddel voor planning, maar ook om een andere werkwijze. Systematische invoering zal daarom geruime tijd vergen.

2.2.3.5. Instrumentatiegroep

1989 is door de afdeling besteed aan een algehele calibratiebeurt van allerlei meest kleinere instrumenten, zoals labvoedingen, transistor- true-RMA- en (zelfs) buisvoltmeters, temperatuurmeters, DC versterkers en spanningscalibratoren. Zo'n grote beurt is zeer nuttig, allerlei kleine gebreken worden gevonden en hersteld. We kunnen daarom wel stellen dat de staat van ons instrumentarium gemiddeld bijzonder goed is, vaak kunnen we door regelmatig onderhoud nieuwe aankopen nog wat uitstellen.

Een goed voorbeeld vormen de lab-voedingen, waarvan de gemiddelde leeftijd onstreeks de tien jaar is. Toch worden ze nog dagelijks ingezet zonder veel problemen.

Vijftien jaar blijkt echter voor veel apparatuur een grens te zijn; solderingen laten los, transistoren beginnen meer ruis te produceren of raken defect. Ons streven is om niet in deze "wear-out" periode te geraken en instrumenten, ook die nog niet technisch verouderd zijn, voor die tijd te vervangen. Echter veel instrumenten zijn dan al door de voortgang der techniek verouderd geraakt, dit komt de laatste jaren steeds meer voor.

Indien men de werkzaamheden in enkele hoofdgroepen indeelt, dan ontstaat de volgende verdeling:

Complexe reparaties in huis	7,5%
Naar leveranciers voor reparaties	3 %
Calibraties en ijkingen	65 %
Afnametests en installaties	14,5%
Diversen (administratie, vergaderingen)	10 %

Deze lijst verschilt nogal van die van vorig jaar, met name het aantal "complexe reparaties" is drastisch afgenomen. We hebben de indruk dat de apparatuur op zich ook betrouwbaarder wordt, minder mechanische en meer elektronische functies vergroten de duurzaamheid in het algemeen. Deze trend is goed waar te nemen en zal zich de komende jaren waarschijnlijk voortzetten.

Hoogtepunt was het afgelopen jaar was ook hier de invoering en installatie van het CAE/CAD systeem met de PC-werkstations die in het ethernet-netwerk opgenomen zijn. De installatie van het PC-gedeelte is grotendeels in eigen beheer uitgevoerd.

2.2.3.6. Meetinstrumentencommissie

1989 was ook wat de meetinstrumentencommissie betreft het jaar van de invoering van het CAD/CAE-systeem, waarover echter in breder verband al is gerapporteerd, elders in dit verslag.

De commissie heeft elf maal vergaderd, waarbij een prognose-lijst van ongeveer dertig instrumenten werd opgesteld en afgewerkt. Ad-hoc oplossingen moesten worden gevonden voor onherstelbaar defect geraakte instrumenten door verschuivingen en/of aanvullingen op de prognose-lijst.

De trend naar meer "bestuurbare" instrumenten heeft doorgezet, allerlei nieuwe mogelijkheden op dit gebied zoals de nieuwe VXI-bus standaard worden nauwlettend gevolgd. Ook PC's hebben definitief hun intrede op het lab en CTD gedaan; via allerlei goedkope interfacekaarten kunnen dan metingen worden opgezet en verwerkt tot al dan niet grafische output.

Het is in dit verband vaak moeilijk om tot een duidelijk beleid te komen, aanvragen voor software op dit gebied moeten worden vergeleken met al aanwezige pakketten om dubblures te voorkomen. Het behoort tot de taak van de instrumentencommissie om deze ontwikkelingen in de gaten te houden.

Ook dit jaar heeft er een inbraak in de teleskoop plaatsgevonden, waarbij voor ongeveer f. 50.000,-- aan apparatuur is ontvreemd. Inmiddels zijn hiervoor nieuwe instrumenten aangeschaft uit het lopende budget.

2.2.4. Verdeling van de werktijd over de projecten, Laboratorium en Centrale Technische Dienst

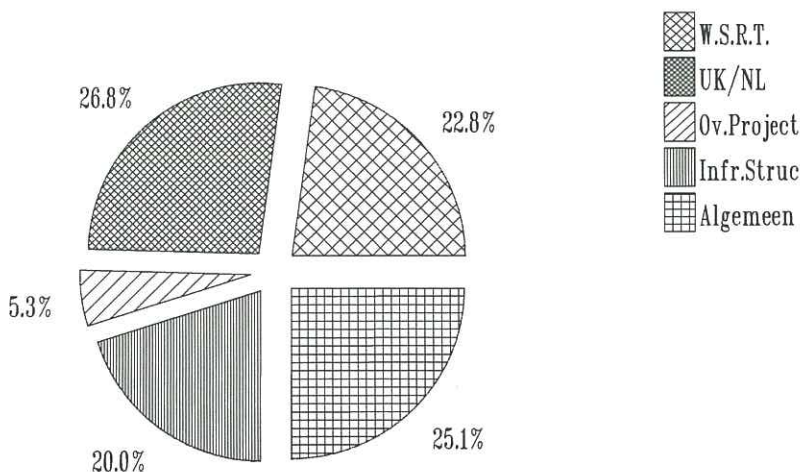
In 1989 bestond de personeelsbezetting van deze afdelingen uit gemiddeld 54 medewerkers, inclusief het in het buitenland gestationeerde personeel. Hiervan waren 5 plaatsen door stagiaires bezet. De afwezigheid wegens vakantie en arbeidsduurverkorting

bedroeg 13,7% en wegens ziekte 5,0% van de bruto werktijd. De tijd nodig voor algemene leiding van de afdelingen, stafvergaderingen, conferenties, colloquia, literatuurstudie etc. bedroeg 6,3%. De netto resterende tijd werd besteed aan de projecten en vaste diensten. Deze werd procentueel als volgt verdeeld (zie ook het cirkeldiagram):

<u>Ontwikkeling, bouw en onderhoud elektronische waarneemapparatuur voor de WSRT</u>	22,8%
<u>Frontend ontvangers</u>	11,28%
Studie van een ontwerp voor de nieuwe WSRT multi- frequency-frontends. Ombouw bestaande 92 cm frontend ontvangers.	
<u>DCB (digitaal continuüm backend) en DXB (uitbreiding line backend)</u>	0,45%
<u>VLBI (very long baseline interferometry)</u>	8,13%
Ontwikkeling van de software voor besturing van de controle-units van de Mark III interface en uitbreiding/onderhoudswerk aan de VLBI apparatuur.	
<u>Diverse projecten</u>	2,93%
O.a. ontvangerbekabeling voor de Westerbork telescopen en het slijpen van quadranten.	
<u>Projecten voor de Brits-Nederlandse samenwerking</u>	26,8%
a. millimeterteleskoop projecten (Hawaï)	17,75%
O.a. de 345 GHz ontvanger, de 470 GHz Schottky- diode-mixer, het multibeam-project, het correlatorproject en assistentie van de ASTRON medewerkers op Hawaï.	
b. ING-projecten (La Palma optische telescopen)	3,05%
O.a. het CCD-controller-project, GHRIL en assistentie van ASTRON medewerkers op La Palma.	
c. Millimeter en optische R en D ontwikkelingen	5,78%
o.a. optische apertuur-synthese.	
<u>Overige projecten</u>	5,3%
Mechanische revisie van de elevatie aandrijving van de Dwingeloo teleskoop en bouw van onderdelen voor de 1000-kanaalscorrelator.	

<u>Technische Infrastructuur</u> (incl. UK/NL)	20%
a. Laboratorium ontwikkelingen	5,2%
O.a. het automatisch ruismetsysteem voor ontvangers op mm golflengte, phaselock systeem voor carcinotrons, installatie van nieuwe software pakketten op personal computers voor micro-strip techniek etc., correlator-chip ontwikkeling, SIS-junctions, multibeamwerk en microprocessor ontwikkeling.	
b. Cryogene techniek	2%
Ontwikkelingswerk voor mm-ontvangers en SIS-junctions en onderhoud aan bestaande cryogene installaties.	
c. Vaste diensten	12,8%
Deze omvatten onderhoud van de lab. computers, instrumentatie, printfabricage, technisch tekenen, offsetdruk, magazijn, technische documentatie, assistentie beheer gebouwen, fotografie, publieks-voorlichting en praktikantenzorg.	
<u>Algemeen</u> (incl. UK/NL)	25,1%
Organisatie, conferenties, literatuur, verlof en ziekte.	

PROJECTEN VERDELING 1989



Figuur 2.2.12.

2.3. Computergroep

2.3.1. Samenvatting en mutaties

De in 1988 voorbereide vervanging van de VAX11/750 en VAX11/780 computers door een cluster van twee MicroVAXen 3400 is begin 1989 goedgekeurd door de CRIVA en in de tweede helft van het jaar gerealiseerd. De installatie ervan, van nieuwe magneetbandeenheden en de aansluiting van deels reeds aanwezige, deels nieuwe randapparatuur heeft zeer veel inspanning en tijd gekost. Pas tegen het eind van het jaar was het systeem min of meer volledig in bedrijf (zie ook paragraaf 2.3.3.1.).

De standaard reductie van de WSRT metingen is, behalve in de rommelige tijd na de zomer het gehele jaar vlot verlopen. Er is een begin gemaakt met het ontwerp van volledig nieuwe reductie programmatuur ter vervanging van het inmiddels meer dan tien jaar oude pakket.

In de zomer is de gebruiks handleiding voor het La Palma archief pakket gepubliceerd. Hierdoor is het gebruik van het archief geleidelijk toegenomen. Het voor andere archieven geschikt maken van de programmatuur is dit jaar vrijwel gereed gekomen.

Het schrijven van programmatuur voor de besturing van de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) voor de JCMT en voor het uitlezen en verwerken van de gegevens ervan is dit jaar minder ver gevorderd dan gehoopt werd omdat de specificaties vanuit Hawaï nog te weinig gedetailleerd zijn.

In februari is Klaas Stuurwold naar La Palma vertrokken om daar voor een periode van twee jaar als computertechnicus te werken. Zijn werk in Dwingeloo is gedeeltelijk overgenomen door Boesenkool en voor een ander deel door een aantal andere mensen, zowel uit de computergroep als daarbuiten. In augustus is Johan Hamaker teruggekeerd van zijn drie-jarige detachering bij het Joint Astronomy Centre op Hawaï. Peter van der Velde en Ger van Diepen zijn het gehele jaar op La Palma geweest. Tegen het eind van het jaar heeft Ype Kroodsma besloten met ingang van februari 1990 als docent wiskunde in het Algemeen Vormend Onderwijs te gaan werken.

Tegen het eind van het jaar is een serieuze poging gedaan om een globale planning van het werk van de computergroep in de komende jaren te maken. Een voorlopige conclusie is dat er tegen midden 1990 slechts zeer beperkte ruimte is om nieuwe projecten aan te pakken.

Tabel 2.3.1. bevat een overzicht over de inzet van de mankracht (inclusief die van de voorzitter van de directie) over de verschillende activiteiten in dit verslagjaar.

2.3.2. Westerbork computers (van Someren Gréve, Grit, Kramer)

2.3.2.1. Computer hardware en bedrijfsystemen

In het algemeen kan gesteld worden dat geen grote nieuwe ontwikkelingen zijn gedaan aan de WSRT programmatuur. Wel is veel onderhoud gedaan, zijn een aantal programma's verbeterd en, vooral door herstructurering, veel beter onderhoudbaar gemaakt. Veel aandacht is besteed aan gebruiksvriendelijkheid en documentatie.

Het on-line computersysteem is begin dit jaar uitgebreid met 1 Mbyte geheugen. Ook is een, ons gratis ter beschikking gestelde, tweede HP7925 schijfeenheid met een capaciteit van 120 Mbytes tussen de A- en de B- processoren geplaatst. Als vervanger voor de oude LSI/23 telescoop computer is een PDP11/53 aangeschaft en in juni afgeleverd. Deze is nog niet in bedrijf omdat het overbrengen van de programmatuur van de LSI met de beschikbare mankracht niet eenvoudig bleek te zijn.

Over het toekomstige computersysteem van de WSRT zijn nog geen echte beslissingen genomen.

2.3.2.2. Real-time programmatuur ontwikkeling en onderhoud

De nieuwe interactieve besturing van alle taken van het real-time systeem is begin dit jaar in gebruik genomen. Het instellen van systeemparemeters voor alle waarneemmogelijkheden is daardoor aanzienlijk vergemakkelijkt. Een kort catalogus-record wordt aangemaakt bij het uitvoeren van iedere waarneming. Dit vereenvoudigt de specificatie van latere metingen op hetzelfde veld op bijvoorbeeld een andere basislijn.

Een aantal nieuwe soorten waarnemingen zijn in de loop van het jaar mogelijk gemaakt.

- De maximaal bruikbare bandbreedte voor 92 cm waarnemingen is vergroot van 2,5 naar 5 MHz. Dit was een tamelijk ingewikkelde verandering omdat reeds aan de grens van de recirculatie mogelijkheden van het DXB werd gewerkt.
- Het LO mengerschema voor 3 cm golflengte werd in het systeem opgenomen.
- *Mosaicking*, een meetschema waarin volgens een vast patroon op een aantal hemelposities wordt gemeten binnen één en de zelfde meting, werd in principe mogelijk gemaakt. De besturing van de telescopen zowel als die van de fringe-rotatie en de delay volgen hetzelfde patroon. Om het volledig uit te voeren is ook een wijziging van de tape-indeling nodig.

2.3.2.3. Off-line programmatuur ontwikkeling en onderhoud

De inspanningen op dit gebied richten zich voornamelijk op:
(i) invoer van waarneemparemeters en verificatie van de consistentie daarvan (ii) analyse van calibratie metingen en invoer van de resultaten daarvan ten behoeve van de real-time correcties op de daarop volgende waarnemingen, (iii) snelle detectie van storingen in het gehele systeem van telescopen, ontvangers, backends en

programmatuur, (iv) controle van de gedane waarnemingen, en (v) transporteerbaarheid van de software naar andere computers en bedrijfssystemen, die in de toekomst bij de WSRT in gebruik zullen komen.

Zo zijn programma's ontwikkeld om de meetpatronen van de in paragraaf 2.3.2.2. genoemde *mosaicking* waarnemingen te kunnen invoeren, is het kaartmaak programma zodanig gewijzigd dat het nu kaarten van 128x256 punten kan maken (was 128x128), zijn diverse programma's gemaakt of verbeterd voor het corrigeren van reeds gedane metingen en voor het vertalen van calibratiegegevens in correctieparameters. Ook is ten behoeve van het pulsar meetsysteem een programma ontwikkeld om door vergelijking van de acht DCB banden kandidaat-pulsars te selecteren. De omzetting van in assembler, ALGOL of PASCAL geschreven programma's naar FORTRAN is vrijwel compleet. Hiermee is, naast de portabiliteit, ook de onderhoudbaarheid van de programmatuur gediend.

2.3.2.4. Assistentie bij de WSRT waarnemingen

Vanuit de computergroep wordt een niet onaanzienlijke hoeveelheid tijd besteed aan assistentie van de bedieningstechnici, de electronici en de astronomische gebruikers. De assistentie varieert van het maken van kleine hulpprogramma's voor het invoeren van een bijzondere waarneemserie, via het ontwerpen van speciale probleem detectie software, tot het dagen- of wekenlang meewerken bij het zoeken naar een hardnekkige fout in de ontvanger of correlator systemen.

Het holografisch meten van de vorm van het oppervlak van één van de telescopen, het daarna corrigeren ervan door het vastzetten van gaas en het daarna opnieuw meten was een voorbeeld van een project in nauwe samenwerking met de teleskoopgroep.

2.3.3. Dwingeloo computers

2.3.3.1. Computer hardware

Na de, reeds in het voorgaande jaarverslag beschreven voorbereidingen, kon in het voorjaar van 1989, na goedkeuring van het computerplan 1989-1995 door de CRIVA, de bestelling worden geplaatst voor:

- een cluster van twee MicroVAXen 3400, via een VMS/Ultrix software-brug verbonden aan de onder UNIX werkende Alliant computer,
- 1,4 Gbytes aan diskruimte op de DSSI-bussen toe te voegen aan de reeds aanwezige 1,6 Gbytes System Industries diskruimte op de Q-bussen,
- twee nieuwe System Industries *dual-density* (1600/6250 bpi) magneetbandeenheden,
- een *WORM* (Write Once Read Many times) optische schijfeenheid met schijven met een capaciteit van 2,3 Gbytes,
- een printer met een afdruksnelheid van 600 regels per minuut,

- interfaces naar de DeAnza image display en de QMS grafische plotter.

Begin augustus is het systeem afgeleverd en in principe geïnstalleerd. Helaas bleek de weg naar volledige in gebruik neming lang en bezaaid met vele voetangels en klemmen. Er is dus zowel door de met systeem management belaste mensen als door een aantal anderen zeer veel tijd gestoken in het volledig en goed bruikbaar maken van het systeem. De problemen werden veroorzaakt door gebrekkige hardware documentatie, door niet voldoende bekendheid bij de leveranciers van de voor een groot deel nog maar kort geleden geïntroduceerde apparatuur en door een langzamerhand steeds mindere detailkennis van de hardware bij installatie- en onderhoudstechnici.

Problemen hebben zich voorgedaan in het in gebruik nemen van de cluster configuratie, bij de interfacing naar hard-copy terminals, bestaande printers, QMS plotter, de DeAnza en de magneetbandeenheden, die in eerste instantie met de verkeerde controller en bijbehorende firmware waren afgeleverd. Verder heeft het ons maanden gekost voordat we de optische schijfeenheid konden gebruiken volgens de specificatie. In dit geval waren er fouten in de firmware waarvoor pas na enige tijd een *work-around* kon worden aangedragen door Digital. Tegen het eind van het jaar waren alle problemen in principe opgelost, maar waren er ook nog zaken die nog op definitieve verbetering wachtten.

2.3.3.2. Bedrijfssystemen, etc. (Spoelstra, Lem)

In april is versie 5 van het VAX/VMS bedrijfssysteem op de VAX11/780 geïnstalleerd, teneinde te zorgen dat bij de komst van de nieuwe computers een radicaal verbeterde versie van VMS niet als extra complicatie zou optreden. Niettemin hebben de in paragraaf 2.3.3.1. vermelde complicaties veel tijd en inspanning gekost. Hierbij hebben Brouw aan de software kant en Boesenkool en Schipper aan de hardware kant zeer veel assistentie verleend.

Gedurende het eerste halfjaar vertoonde de bezetting van de VAX11/780 en 750 ruwweg hetzelfde beeld als het vorig jaar met pieken in de middag en tussen 1 en 5 uur 's nachts (wanneer een automatische opruiming van de schijfruimte plaatsvindt) en een minimum in de vroege ochtend. Pas in november en december is de CPU bezetting van de twee microVAXen in de cluster gemeten. Zoals te verwachten was met een CPU capaciteit van ongeveer drie maal die van de 780 en 750 samen, blijkt de bezetting nu gemiddeld 20 - 30% te zijn terwijl de bezetting van de 780 alleen al gemiddeld ruim 45% was met dagelijkse pieken tot 70 of 80%. Tot nog toe lijkt de wat smallere bandbreedte voor input/output geen grote problemen op te leveren.

Op de Alliant werd in het derde kwartaal Concentrix versie 5.0.0 en DNX versie 3.0.0 zonder al te veel problemen geïnstalleerd.

2.3.3.3. Eigen Programmatuur

a. DWARF (Olnon)

Aan de in 1988 begonnen grondige revisie van de DWARF infrastructuur is vooral in de eerste maanden van 1989 hard gewerkt. Daarna heeft het werk enige tijd bijna stil gestaan omdat werk aan de image display interfaces (zie b.) dringender nodig was in verband met de overgang op andere computers.

Goede vorderingen zijn gemaakt met het herstructureren van de implementatie van de parameter interface voor applicatie programma's. De oorspronkelijke versie daarvan was sterk VAX/VMS afhankelijk. Door met behulp van files en Fortran routines een volledige simulatie te schrijven is voorkomen dat de parameter interface voor VMS en UNIX op verschillende manier zou moeten worden geïmplementeerd.

Een nieuwe set routines is aan de utility library toegevoegd voor het uitvoeren van *task-to-task* operaties. Met behulp hiervan kunnen twee programma's op dezelfde of op verschillende machines (ook met verschillende bedrijfssystemen) met elkaar communiceren.

b. Image Display (Olnon)

Bij de overgang van VMS versie 4.7 naar 5.0 bleek ineens de image display niet meer te werken. Dit incident en de wens om vanuit programma's op verschillende machines de DeAnza image display op een andere machine te kunnen aanspreken waren reden genoeg om de interface van de verschillende applicatie programma's met de image display beter te structureren.

Uitgaande van de MIDAS standaard *Image Display Interface* (IDI) pakket is een robuustere versie geïmplementeerd met betere scheiding van functionaliteit, betere isolatie van device-afhankelijkheden, meer mogelijkheden om verschillende devices te ondersteunen en een meer consistente opvang en rapportage van fouten. Na voltooiing hiervan in een versie die hetzelfde deed als de niet-standaard interfaces die we hadden, is het pakket zodanig omgebouwd dat het applicatie programma dat het display device aanstuurt niet langer behoeft te werken op dezelfde computer waaraan het device is gekoppeld. Hiermee is bereikt dat MIDAS, AIPS en de WSRT kaartmaak programma's (zie c.) kunnen werken op bijvoorbeeld de Alliant terwijl de DeAnza aan één van de microVAXen is gekoppeld.

c. Redundantie, zelfcalibratie en kaartproductie (Brouw, Noordam)

De "productie-versie" van de groep programma's waarmee WSRT metingen gecalibreerd en gecorrigeerd worden met behulp van de informatie uit de redundante basislijnen heeft dit jaar geen essentiële wijzigingen ondergaan. Wel is de status ervan gewijzigd omdat vooral de programma's waarmee kaarten kunnen worden gemaakt

en bewerkt zijn overgenomen door het Kapteyn Laboratorium in Groningen. De redenen hiervoor worden in paragraaf 2.3.4.2. beschreven.

Ondertussen wordt met behulp van een experimentele versie van de redundantie/zelfcalibratie programma's onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de lineaire en circulaire polarisatie eigenschappen van de WSRT ontvangers te calibreren. Dit onderzoek spitst zich toe op toepassing met de over enkele jaren beschikbaar komende multi-frequentie frontends. Conclusies van dit onderzoek zouden nog van invloed kunnen zijn op de details van het ontwerp van deze frontends.

d. WSRT archivering en reductie (Vosmeyer, Spoelstra, Hamaker)

Aan het bestaande pakket reductie programmatuur voor WSRT metingen is vrijwel uitsluitend onderhoudswerk gedaan. Daarnaast is een aanzienlijke hoeveelheid mankracht gestoken in de ontwikkeling van een compiler voor de beschrijving van een archief catalogus. Met behulp hiervan kan een groot deel van de La Palma archief programmatuur (zie paragraaf 2.3.5.1.) ook toegepast worden op het archief van WSRT waarnemingen.

Na Hamaker's terugkeer uit Hawaii is een reeds lang voorgenomen plan in een uitvoeringsstadium geraakt: er is een begin gemaakt met het ontwerp van een geheel nieuw standaard reductie pakket. Begonnen werd met een studie van het bestaande pakket zowel als de software die ontwikkeld is voor het bewerken van redundantie-metingen, met als doel een inventarisatie te maken van wat er is en welk deel daarvan in het nieuwe pakket kan worden overgenomen. Ook werden de wensen voor veranderingen geïnventariseerd.

Dat de vernieuwingen ingrijpend zullen zijn lijkt zeer waarschijnlijk. Zo is bijvoorbeeld al duidelijk dat de tot dusver gebruikte data-structuur op magneetband niet voldoet aan de eisen die gesteld worden door opkomende nieuwe waarneemtechnieken, zoals mosaicking en het simultaan waarnemen op meerdere frequenties. Reorganisatie van deze structuur kan makkelijk leiden tot een even ingrijpende reorganisatie van alle betrokken programma's.

e. Dwingeloo teleskoop (Lem)

Toen dit jaar de nieuwe 1024-kanaals correlator in gebruik werd genomen, bleek dat de wijzigingen en verbeteringen die in de voorbereidingsperiode waren uitgevoerd, nog enkele kleine onvolkomenheden bevatten. Naast het oplossen daarvan is assistentie verleend bij het opsporen van problemen in de correlator hardware, die pas bij het waarnemen ermee aan het licht kwamen.

f. Bibliotheek administratie (Kroodsmas, Olon)

De invoer van nieuwe titels in de bibliotheekadministratie is in de eerste maanden van het jaar geheel vernieuwd. Een interactief zoekprogramma is nog niet ontwikkeld, maar wel is nagedacht

om met weinig inspanning het programma dat in een waarnemingscatalogus zoekt, ook hierop toe te passen.

g. Computer mail (Brouw)

Teneinde te voorkomen dat computer mail, die via een aantal netwerken de geadresseerde moet bereiken, niet bij de *gateways* tussen de netwerken op een zijspoor wordt gezet en dus verloren gaat, is het nodig dat de adressering reeds helemaal in het begin grondig wordt getest op geldigheid. Er is nu een programma ontwikkeld waarmee de adressering naar vele instituten langs verschillende routes op een voor de gebruiker gemakkelijke wijze wordt gerealiseerd.

2.3.3.4. Geïmporteerde programmatuur

a. AIPS (Foley en astronomengroep)

De 15OCT88 versie van AIPS is behalve op de VAX ook op de Alliant geïnstalleerd en getest. Er zijn vooral problemen geconstateerd met het programma WSLOD dat magneetbanden in het WSRT output formaat inleest.

b. Caltech VLBI programmatuur (Foley)

De UNIX versie van de Caltech VLBI software is in december op de Alliant geïnstalleerd.

c. MIDAS (Olnon)

Aangezien het gebruik in Dwingeloo beperkt is, was het de moeite waard om elders de fouten uit de *portable* versie te laten halen. Dit jaar zijn daarom geen nieuwe versies van MIDAS bij ons geïnstalleerd.

d. STSDAS/IRAF (Olnon)

Het pakket is in twee versies (VMS en UNIX) besteld en afgeleverd. Door tijdsgebrek is het nog niet geïnstalleerd.

e. WordMarc Composer+ (Brouw)

De installatie van versie 6 van ons tekstverwerkings pakket is begin januari gerealiseerd. Vrijwel tegelijk is een nieuwe laser printer met een aantal nieuwe mogelijkheden in gebruik genomen.

2.3.4. WSRT gegevensverwerking

2.3.4.1. Standaard archivering, calibratie en reductie (Foley, Moorrees, Boesenkool)

Behalve in de periode augustus/begin september, toen de oude VAX 11/750 niet meer beschikbaar was en het werk op de nieuwe μ VAX

3400 cluster nog met horten en stoten verliep, heeft het standaard archiverings-, calibratie- en reductiewerk gestadig voortgang gevonden. De zeer grote instabiliteiten van de ionosfeer maakten het calibreren van 92 cm metingen in het voorjaar wat moeilijk en daardoor wat meer tijdrovend dan normaal.

In het najaar moest in eerste instantie met twee magneetband eenheden gewerkt worden terwijl men gewend was aan vijf. Uiteraard was de optische schijfeenheid bedoeld voor archivering van de metingen, maar het heeft een paar maanden gekost voordat dit apparaat behoorlijk werkte (zie 2.3.3.1.), zodat langer dan voorzien tape-naar-tape operaties moesten worden uitgevoerd. Daar kwam nog bij dat er aanvankelijk ook problemen met de nieuwe tape units waren. Tegen het eind van het jaar liep alles weer redelijk.

De verhouding van de aantallen metingen die de standaard reductie ondergingen en die met de redundantie/zelfcalibratie werden bewerkt was dit jaar ongeveer 3 op 1, terwijl het vorig jaar ongeveer 1 op 1 was. Lange perioden 21 cm lijn metingen in het begin en tegen het eind van het jaar zullen hieraan veel hebben bijgedragen. Aangezien de lijnmetingen ook degenen zijn met het grootste aantal gegevens per meting, slaat de verhouding van de met beide methoden verwerkte aantallen gegevens nog veel sterker door in de richting van de standaard reductie.

2.3.4.2. Verwerking in Groningen en Leiden (Weerstra en Coolen)

Zowel in Groningen als in Leiden wordt de bewerking van het standaard product van de reductiegroep in Dwingeloo tot kaarten de laatste tijd op een andere manier uitgevoerd dan in het verleden. Vroeger werd op de centrale computers van beide universiteiten het programma LINEMAP intensief gebruikt. In Leiden bestaat het programma nog wel, maar er is nauwelijks iemand die het programma kan onderhouden. In de praktijk wordt daar dan ook veel van het kaartmaakwerk of met een AIPS programma uitgevoerd of met een voor de CONVEX machine aangepaste versie van RMAP, het in Dwingeloo ontwikkelde kaartmaak programma. De opslag van gegevens in Leiden gebeurt nu op IBM-cassettes die door een robot kunnen worden opgezet. Het Leidse WSRT gegevens bestand is dan ook geconverteerd van gewone tapes naar deze cassettes.

In Groningen is de situatie grondig veranderd doordat de CDC Cyber niet langer aanwezig is en daarmee ook LINEMAP geheel is verdwenen. Aangezien er nu in Groningen net als in Dwingeloo een Alliant minisupercomputer beschikbaar is, kon het Dwingeloose kaartmaakprogramma RMAP worden overgenomen. In de toekomst zijn wellicht nog een aantal aanpassingen nodig om dit programma, dat niet echt voor massa-productie is gemaakt, nog wat minder operator-intensief te maken.

2.3.5. Brits-Nederlandse projecten

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

a. Isaac Newton Group of telescopes, La Palma

Het vullen van het La Palma archief verloopt goed en regelmatig. Wel is een probleem dat met het in gebruik komen van de WHT de stroom gegevens steeds groter is geworden en dat op het RGO slechts twee magneetband eenheden beschikbaar zijn. Met de huidige opzet worden tijdens het laden van het archief beide magneetband-eenheden bezet, hetgeen problemen oplevert met andere gebruikers. Het is goed denkbaar dat de operaties vereenvoudigd kunnen worden door het overschrijven van transport-tape op archief-tape (of te zijner tijd optische schijf) achterwege te laten. Indien we echter dezelfde operationele veiligheid willen behouden, dan is er met zo'n verandering wel wat werk gemoeid. Omstreeks het eind van het jaar is begonnen daarover serieus te denken.

In het begin van de zomer is de handleiding voor de gebruiker die wil zoeken naar waarnemingen in de waarnemingen catalogus van het La Palma archief gereed gekomen en door het RGO onder gebruikers gedistribueerd. Sindsdien is het gebruik van het archief door astronomen drastisch toegenomen.

b. JCMT en UKIRT

Zoals reeds in het vorige jaarverslag vermeld is, wil ROE gebruik maken van de La Palma archief software om waarnemingen van de UKIRT en JCMT telescopen te archiveren. In de loop van dit jaar is daarover ook officieel een afspraak gemaakt tussen ROE en ASTRON. De door ASTRON personeel te maken aanpassingen aan de La Palma software, nodig om andere gegevens structuren aan te kunnen en om catalogi van waarnemingen van verschillende samenstelling te kunnen aanmaken en ook weer te kunnen lezen, zijn inmiddels uitgevoerd. Overigens zijn deze aanpassingen ook nodig om de archiveer en de-archiveer programmatuur ook voor het archief van WSRT waarnemingen te kunnen gebruiken (zie ook 2.3.d.).

De door ROE te maken programmatuur is helaas nog niet in een dusdanig stadium dat binnenkort met archivering kan worden begonnen.

2.3.5.2. Software voor JCMT Digitale Autocorrelation Spectrometer (Van Someren Gréve)

Een aantal routines die in ieder geval nodig zijn bij de online verwerking van de gegevens uit de Digitale Autocorrelation Spectrometer zijn reeds vroeg in het jaar geschreven. Ook zijn de meeste in PASCAL door A. Bos geschreven routines omgezet naar FORTRAN via een automatisch vertaalprogramma dat gevolgd wordt

door een handmatige bewerking van niet eenvoudig vertaalbare stukken code.

Teneinde een beter beeld te krijgen van hoe de hier te produceren programmatuur straks moet passen in het JCMT systeem werd in juni een bezoek van ruim een week aan Hawaï gebracht. In de toen gevoerde besprekingen werd afgesproken dat de JCMT staf een aantal memo's zou produceren ter specificatie van een aantal functies die door de DAS D-taak (device-task) zouden moeten worden uitgevoerd en hoe de interfaces met de rest van het software systeem er uit zouden moeten zien. Tegen het eind van het jaar waren deze memo's helaas nog steeds niet beschikbaar. De voortgang van het project wordt hierdoor gehinderd.

2.3.5.3. Optisch werk met hoge resolutie (Noordam)

Na afsluiting van fase 1 van het GHRIL project in 1988 is de bemoeienis van ASTRON met het vervolg daarvan minder intensief geworden. De faciliteit wordt nu regelmatig voor waarnemingen gebruikt. Er is een vaste GHRIL manager op La Palma; voorgestelde verbeteringen en veranderingen worden bekeken door de *GHRIL Working Group* en de *GHRIL Users Committee*, een subcommissie van de *La Palma Users Committee*. De gebruikers van de GHRIL faciliteit wisselen ervaringen en wensen uit in bijeenkomsten van de *GHRIL users group*.

In juni is het gegevens acquisitie systeem voor de *intensified TV* gereed gekomen. De programmatuur daarvoor is een combinatie van de in Dwingeloo door Wang Wei ontwikkelde Image Sharpening software en de door M. de Vos voor SCASIS ontwikkelde data acquisitie programmatuur.

2.3.6. Exploitatie La Palma en Hawaï sterrenwachten

2.3.6.1. Detachering La Palma I (Van der Velde)

Na ruim vier jaar op La Palma en met plannen om daar voorlopig nog enige tijd te blijven behoort van der Velde langzamerhand tot de mensen met de meeste ervaring op de La Palma sterrenwacht. Het beheer van de bedrijfssystemen op de VAX 8300 en de μ Vax 3600 neemt een flink deel van de tijd in beslag. In het vierde kwartaal werden een tweetal cursussen over VMS systeem management gevolgd.

De verantwoordelijkheid voor het onderhoud van de programmatuur van de Peoples Photometer, de Wide field camera, de Multi Purpose photometer en de Belfast Echelle spectrograaf eist regelmatig aandacht.

2.3.6.2. Detachering La Palma II (Van Diepen)

Dit jaar is aan veel verschillende software gewerkt. Naast de programmatuur voor enige INT en JKT instrumenten, valt ook veel algemene software, zoals het ADAM systeem, FITS en de telescoop

besturing onder verantwoordelijkheid van Van Diepen. Het gebruik van het FK5 coördinaten systeem werd in de besturing ingebouwd. Ook is veel tijd besteed aan het zoeken naar en oplossen van een reeds lang bestaande fout in de teleskoop besturing, die er toe leidde dat de koepel bleef doordraaien.

Het goed in bedrijf krijgen van de besturings programmatuur van de WHT heeft veel aandacht gevergd. Gelukkig zit het bij RGO geschreven systeem in het algemeen goed in elkaar. Het opsporen en verhelpen van zaken die niet goed, niet bevredigend, of niet efficiënt bleken te werken is daardoor goed te doen. Eén van de grotere stukken werk is de versnelling van de output van de gegevens naar magneetband. De traagheid wordt vooral veroorzaakt door het gebruik van het *STARLINK Hierarchical Data System (HDS)* en het ontbreken van asynchrone I/O.

Gedurende enkele maanden trad Van Diepen op als plaatsvervangend hoofd van de computergroep. Verder wordt hij regelmatig ingeschakeld in de *duty-officer* diensten.

2.3.6.3. Detachering La Palma III (Stuurwold)

Na een inwerkperiode in maart heeft Stuurwold volledig meege draaid als computertechnicus en als algemeen elektronisch technicus. Normaal gesproken zijn het onderhoud, de reparatie en eventueel de installatie van computer apparatuur zijn hoofdtaken, maar wanneer hij dienst heeft als *duty technician* moet hij ook problemen aan astronomische instrumenten verhelpen.

Door het niet, of met aanzienlijke vertraging, beschikbaar zijn van onderhoudsdiensten van computerfabrikanten op La Palma moet veel onderhoud- en reparatie-werk worden gedaan, dat op andere plaatsen zou worden uitbesteed aan de technische dienst van de fabrikant.

2.3.6.4. Detachering Hawaï (Hamaker)

Het laatste halfjaar in Hawaï had de bekroning van het werk moeten brengen met de definitieve installatie van de in de voorgaande jaren ontwikkelde besturingsprogrammatuur voor de ontvangers, het "O3 systeem". Helaas is dit niet gebeurd.

De noodzaak van de ontwikkeling van O3 was al lange tijd onderwerp van een controverse tussen de computergroep en de astronomen op Hawaï. De ontwikkeling bleek tot veler verontrusting zeer veel meer te omvatten dan oorspronkelijk de bedoeling was, en bij de meeste sterrenkundigen ontbrak de interesse om zich te verdiepen in de redenen waarom de computergroep het bestaande "O25" systeem ongeschikt achtte als uitgangspunt voor verdere ontwikkelingen.

Met de bedoeling het conflict te beslechten werd in de eerste helft van maart een "JCMT software review" gehouden onder leiding van het hoofd van de Computergroep van ROE. Dit onderzoek leverde een krachtige aanbeveling van O3 op, maar stelde de definitieve beslissing afhankelijk van een demonstratie begin mei met alle,

tot dusverre alleen in deel-combinaties geteste, componenten van het systeem. Helaas werden de tests uitgevoerd in een sfeer van onwelwillendheid en werd geconcludeerd dat het 03-systeem niet gereed was om in de exploitatie te worden gebruikt.

Hoe irrationeel de afwijzing van 03 in feite is, werd sneller dan was voorgesteld zichtbaar bij de besprekingen die eind juni werden gehouden over het door ASTRON te leveren besturingsprogramma voor de DAS: oplapwerk aan het 025 systeem, voor een groot deel ten behoeve van de DAS, zal de groep op Hawaï meer dan een half manjaar werk kosten, meer dan waarschijnlijk nodig was geweest om 03 te completeren.

2.3.7. Onderzoek

2.3.7.1. Calibratie onderzoek (Spoelstra)

Vooral in de eerste helft van het jaar is onderzoek verricht aan de invloed van de ionosfeer op radio astronomische metingen. WSRT, Miyun en Ooty waarnemingen tonen een afhankelijkheid van de inverse van de basislijn (in golflengten) van de index voor amplitude scintillatie. Dit is een bevestiging van wat eerder alleen voor de WSRT gevonden is. Naar een verklaring wordt gezocht.

Met Yang Yi-pei (China) is onderzoek gaande naar software algoritmen om interferentie effecten in synthese waarnemingen te verminderen/onderdrukken.

De resultaten van beide activiteiten zijn gepresenteerd op het IAU/URSI Symposium on Radio Astronomical Seeing in Beijing.

2.3.7.2. Optische interferometrie in de ruimte (Noordam)

De discussie binnen ESA over Optische Interferometrie spitst zich nu toe op de stabilisatie van een grote structuur (20-100 m) in de ruimte. Details over teleskoop configuratie en keuze van beeld-reconstructie methode worden daarbij voorlopig in het midden gelaten, hetgeen leidt tot een meer zakelijke benadering. Het is duidelijk dat een ruimte platform bijzonder onstabiel is en dat voor stabilisatie een heldere referentie ster nodig is binnen ongeveer een halve graad van het te observeren object. Computer simulaties hebben bevestigd dat een referentie ster van de 11de magnitude voldoende helder is om een instrument met 9 (en wellicht 15) telescopen te stabiliseren. Dit resultaat is van cruciaal belang, omdat de gemiddelde dichtheid van 11de magnitude sterren aan de hemel (27 per vierkante graad) nog net voldoende is.

Het dubieuze voorrecht om het rapport van de ESA Space Interferometry Study Team (SIST) te mogen editen heeft relatief veel tijd gekost. Het advies aan de Astronomy Working Group is om te streven naar een missie rond 2010, met een array van 10-15 telescopen, bijeen gehouden door een structuur met een afmeting van 20-200 m. Het instrument moet in staat zijn om door diffractie begrensde beelden te maken van objecten van de 20ste magnitude,

met een dynamisch bereik van 1:100 en een spectrale resolutie van 1000. In principe gaat het om het zichtbare gebied, maar het UV en het nabij-infrarood worden niet uitgesloten. Voor het laatste is het belangrijk dat de interferometer passief op een temperatuur van 70 K gehouden kan worden. De SIST is er redelijk van overtuigd dat een dergelijk instrument technisch mogelijk is, zelfs met de hedendaagse technologie.

2.3.8. Algemene dienstverlening en andere activiteiten

2.3.8.1. Coördinatie Nederlandse mankracht voor exploitatie van de La Palma en Hawaï sterrenwachten (Raimond)

Aandacht en tijd is besteed aan de vaste onderdelen van deze (overigens niet bij de computergroep horende) taak: (i) overleg binnen Nederland en met de management van de La Palma en Hawaï sterrenwachten over invulling van de mankracht verplichtingen op korte en lange termijn, (ii) betrokkenheid bij wervingsprocedures van nieuwe mensen en uitzending van bij Nederlandse instituten in dienst zijnde medewerkers, (iii) regelmatige contacten met uitgezonden medewerkers, hun werkleiders en management.

In 1989 zijn op Hawaï één en op La Palma twee medewerkers vervangen. Doordat deze vervangingen voor een deel al in het vorige jaar waren voorbereid, hebben zij dit jaar niet al te veel tijd gekost. De vervanging van een aantal medewerkers op La Palma en bij ROE in het jaar 1990 is dit jaar reeds aan de orde geweest in regelmatige besprekingen en correspondentie.

2.3.8.2. Coördinatie van VLBI waarnemingen met de WSRT (Foley)

Deze officiële deeltaak heeft zich dit jaar geconcentreerd rond de vier VLBI sessies respectievelijk in maart/april, in juni, in september/oktober en in november. Alle perioden zijn goed verlopen. De sessie van juni had een speciaal karakter omdat stations in de Krim, in Ooty en Shanghai meededen.

2.3.8.3. Storing in het radiospectrum (Spoelstra)

De bedreigingen van het radiosterrenkundig werk door storing, veroorzaakt door actieve gebruikers van het electromagnetisch spectrum (TV, radar, communicatie vanuit en via de ruimte, etc.) worden steeds sterker. Het enigszins in toom houden van deze bedreigingen vergt veel overleg op nationaal en vooral internationaal niveau. In de komende jaren zijn er internationale bijeenkomsten waarin het gebruik van het spectrum opnieuw wordt afgesproken. Het is van het grootste belang dat bij die gelegenheden door de internationale astronomische gemeenschap duidelijke en eensluidende standpunten worden ingenomen. Tesaamen met Kahlmann besteedt Spoelstra hieraan veel aandacht en tijd. Conferenties in Bologna en Straatsburg maken hiervan deel uit.

2.3.8.4. Waarnemen op afstand (Raimond)

Na een aantal jaren praten in de SERC stuurgroep voor het gebruik op afstand van overzeese telescopen begint het er nu op te lijken dat het in de loop van 1990 mogelijk zal zijn de UKIRT teleskoop (en waarschijnlijk iets later de JCMT) vanuit Europa te besturen. In eerste instantie zal dit gebeuren vanuit Edinburgh via een vaste verbinding met Hawaï, in tweede instantie wordt "doorkoppelen" naar andere plaatsen in het Verenigd Koninkrijk en in Nederland ook mogelijk.

2.3.8.5. Project management Expertise Centrum Astronomische Beeldverwerking (Raimond)

Het voorstel voor een expertise centrum voor Astronomische Beeldverwerking heeft geleid tot een toekenning van Mfl 1,83 in vier jaar te besteden aan glas- en film copieën van de Palomar Sky Survey, werkstations, optische schijfeenheden en 4 manjaren programmeurstijd. In oktober is een bestuur gevormd en een project-team en een technische werkgroep ingesteld. In oktober/november is een ontwerp plan voorbereid door het project-team. Dit plan is midden december door het bestuur overgenomen.

2.3.8.6. Internationale werkgroepen

Ook dit jaar hebben leden van de computergroep deelgenomen aan een aantal internationale werkgroepen op het gebied van gegevensverwerking, databases, etc. Ook werden diverse gebruikers bijeenkomsten bijgewoond.

2.3.8.7. Reizen van leden van de computergroep

In 1989 zijn leden van de computergroep (Brouw en de op La Palma en Hawaii verblijvende medewerkers niet meegerekend) ongeveer 120 dagen buiten Nederland op reis geweest. De belangrijkste grote bijdragen hieraan zijn: 24 dagen voor een reis naar China van Spoelstra (2.3.7.1.), 18 dagen voor waarnemingen en conferenties over hoge resolutie optisch werk (2.3.5.3.), 15 aan de coördinatie van de Nederlandse mankracht voor La Palma en Hawaï (2.3.8.1.), 15 dagen voor overleg over het archiverings project (2.3.5.1.), 8 voor VLBI coördinatie (2.3.8.2.) en 6 ten behoeve van bestrijding van storing van het radiospectrum (2.3.8.3.).

Tabel 2.3.1.

Mankracht verdeling over de computergroep activiteiten in 1989
Distribution of manpower over computer group activities in 1989

	manjaren	
Dwingeloo Ontwikkeling/Onderhoud		3.57
Infrastructuur	1.63	
Systeembeheer	1.21	
DWARF	0.30	
AIPS, MIDAS, STSDAS, etc.	0.12	
Applicaties	1.94	
WSRT calibratie/correctie	0.37	
WSRT gegevens analyse	0.71	
Dwingeloo teleskoop	0.32	
andere applicaties	0.54	
Westerbork Ontwikkeling/Onderhoud		2.09
Systeembeheer	0.29	
WSRT on-line	0.33	
WSRT off-line	0.93	
VLBI software	0.04	
Onderhoud	0.50	
UK/NL Ontwikkeling/Onderhoud		5.03
La Palma/Hawaï archief	0.82	
DAS D-task voor JCMT	0.31	
High Resolution Imaging, GHRIL	0.30	
Detachering La Palma	2.85	
Detachering Hawaii	0.75	
Dienstverlening		5.68
Assistentie WSRT waarnemingen	0.07	
Coördinatie VLBI waarnemingen	0.23	
Reductie WSRT gegevens	2.77	
Assistentie gebruikers	0.29	
Beheer Dwingeloo teleskoop	0.12	
Storing in radio spectrum	0.09	
Ondernemingsraad/Dienstcommissie	0.19	
Contacten universiteiten, etc.	0.24	
Algemeen, computergroep	1.60	
Coördinatie UK/NL detacheringen	0.08	
Diversen		3.63
Verlof	2.03	
Ziekte	0.52	
Studie/Literatuur/Conferentie	0.62	
Wetenschappelijk onderzoek	0.32	
Overig	0.14	
Totaal aantal manjaren (total # of manyears)		20.00

2.4. Astronomengroep

2.4.1. Algemeen

De samenstelling van de astronomen groep onderging dit jaar geen wijzigingen: naast de drie vaste leden waren er het gehele jaar drie tijdelijke post-doctoral research fellows werkzaam. Daarnaast was Dr. Lowell Tacconi-Garman het gehele jaar een gewaardeerde gast op het instituut. Buitenlandse bezoekers die voor langere tijd op de sterrenwacht verbleven waren Dr. Nan Rendong, die begin februari terugkeerde naar Beijing, Prof. Wan Tongshan uit Shanghai, die voor een periode van 6 maanden in Dwingeloo aan VLBI data werkte, en Dr. Tony Willis van de Athabasca University in Canada die voor de tweede achtereenvolgende zomer in Dwingeloo werkte. Daarnaast waren er wederom vele binnen- en buitenlandse bezoekers die voor één of meerdere dagen op de sterrenwacht verbleven voor het geven van een colloquium, gemeenschappelijke onderzoeks projecten dan wel reductie van WSRT gegevens.

Voor het vijfde achtereenvolgende jaar organiseerde de groep een zomerstudent programma met 4 studenten uit Italië, Polen, Schotland en de V.S. Zij werkten gedurende 2-3 maanden samen met de leden van de astronomen groep. Dit programma voorziet duidelijk in een behoefte gezien de grote aantallen aanmeldingen die elk voorjaar binnenkomen.

Ook dit jaar hielden leden van de groep regelmatig contact met de universitaire instituten door bezoeken, in beide richtingen, en gemeenschappelijke onderzoeksprojecten. De Bruyn, Strom en Schilizzi waren getuige, als co-promotor, van de succesvolle verdediging van de proefschriften van, respectievelijk, Dr. G. Stirpe, Dr. H. Greidanus en Dr. R. Vermeulen, in Leiden in het najaar van 1989. Hiermee werd voor elk van hen een lange periode van begeleiding en samenwerking afgesloten. Strom fungeerde als referent bij de promotie van J. Claas (SRON, Leiden). De Bruyn en Schilizzi blijven nog actief als begeleider van drie andere promovendi in Leiden en Groningen.

Naast de liaison met de universiteiten is het doen van onderzoek de belangrijkste taak van de meeste leden van de astronomen-groep. De neerslag van het onderzoek in publicaties, conferentie bijdragen, lezingen enz. is te vinden in de appendices. Een beschrijving van het onderzoek dat dit jaar is uitgevoerd, en meestal nog niet zijn weg naar de astronomische literatuur heeft gevonden, is te vinden in het Engels-talige deel van dit jaarverslag. Daar is ook het onderzoek weergegeven van de nieuwe teleskoop astronoom te Westerbork, Dr. R. Braun, die in juni zijn werk begon.

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, wetenschappe-

lijke artikelen in tijdschriften dan wel voorstellen voor waarnemingsperiode). De commissie lidmaatschappen staan vermeld in de verschillende appendices.

2.4.2. Dienstverlenende taken

a. Preprints en reprints.

De Bruyn was het ontvangstpunt voor en coördineerde de productie en distributie van preprints. Ook werden er in 1989 weer proefschriften verspreid die voor een belangrijk deel steunen op waarnemingen gedaan met de WSRT of het Europese VLBI netwerk. In totaal werden 12 preprints en 2 proefschriften via de Stichting verspreid. De daling van het aantal preprints vergeleken met voorgaande jaren heeft vooral te maken met de productie van eigen preprints op de universitaire instituten en de (snelle) publicatie van artikelen in camera-ready vorm.

b. WSRT steun.

De Bruyn hield toezicht op de flux calibratie van de WSRT door de reductie van pakketten met metingen van een half dozijn flux standaards, op alle golflengten van de WSRT. Slechts op 6 cm zijn er kleine veranderingen in de fluxdichtheid van 3C48 en 3C147 opgemerkt. Hij verleende ook assistentie aan binnen en buitenlandse gebruikers van het redundantie/zelfcalibratie pakket. De Bruyn onderzocht samen met Braun en zomerstudent K. Wood de kwaliteit van waarnemingen met een sterk uitgedund UV-vlak ten behoeve van de in de toekomst te implementeren mozaïek waarnemingsmode voor de WSRT. De resultaten zijn veelbelovend. De Bruyn werkte verder samen met van Someren Gréve, Noordam en Brouw aan waarnemingen in speciale backend configuraties en aan de ontwikkeling van software voor de reductie van zeer nauwkeurige circulaire polarisatie waarnemingen met de WSRT.

c. Colloquia

Baum was verantwoordelijk voor de organisatie van een wederom goed gevuld colloquium rooster.

d. mm-steun

Tacconi assisteerde Bos met het testen van de DAS op de Dwingeloo telescoop ter bepaling van de stabiliteit van het backend op zeer lage ruis niveaus. Zij is ook de liaison met de technische staf wat betreft astronomisch werk op mm golflengten.

e. Computer steun

Baum installeerde de oktober 1988 versie van AIPS op de VAX 11/780.

Tacconi was verantwoordelijk voor de komst en installatie van het DRAWSPEC lijn reductie software pakket van Liszt (NRAO) op een,

door de groep aangeschafte, TANDON PC. De PC wordt veel gebruikt voor de reductie van JCMT/SEST mm waarnemingen alsmede voor HI (Hartmann, Leiden) en OH lijnmetingen (Tacconi-Garman) met de Dwingeloo teleskoop.

f. Diversen

De Bruyn organiseerde, samen met J. Tinbergen (Roden), het Interacademiale college in Amsterdam dat in 1989 als onderwerp had "Observationele technieken in het radio en optisch venster". Hij verzorgde zelf één college dag over "Radio apertuursynthese in de praktijk". Hij verzorgde verder de begeleiding van radio praktikum studenten uit Leiden en Utrecht.

De Bruyn organiseerde een één-daagse vergadering van het NERG in Dwingeloo in mei 1989 met als thema de nieuwe ontwikkelingen in de radiosterrenkunde. Schilizzi verzorgde de coordinatie van het zomerstudent programma. Strom coördineerde het bindwerk voor de tijdschriften in de bibliotheek.

2.4.3. Toekomstige projecten

Strom en Schilizzi zijn elk betrokken bij nieuwe projecten van de Stichting. Strom heeft zitting in de MFFE projectgroep waarin hij zich speciaal bezig houdt met de calibratie en polarisatie aspecten van de nieuwe ontvangers.

Schilizzi is actief op een aantal fronten, voornamelijk betreffende VLBI in nationaal en internationaal verband. De vooralsnog beperkte EEG steun voor de nieuwe EVN VLBI correlator wordt voor een belangrijk deel aangewend voor de ontwikkeling van een nieuw recorder systeem door Penny and Giles. Schilizzi is nauw betrokken bij de voorbereiding en uitvoering van deze opdracht. Verder is hij actief in verscheidene commissies voor de internationale samenwerking op het gebied van ruimte-VLBI (RadioAstron, VSOP). Ook nam hij het initiatief en verzorgde de coordinatie voor het opstellen van een nieuw voorstel voor de bouw van een Internationale VLBI satelliet (IVS) dat in november bij ESA werd ingediend.

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.

Per 1 mei vertrok Mw. L. Flokstra, administratief medewerkster, om een baan in Spanje te aanvaarden. Ze werd per 1 augustus opgevolgd door Mw. M.I.F. Berkel.

2.5.2. Decentralisatie personeelszaken en financiële zaken

NWO heeft in 1989 steeds nadrukkelijker laten blijken te streven naar overheveling van personele en financiële taken van het NWO bureau in Den Haag naar het Instituut van ASTRON te Dwingeloo. Op 28 november hebben delegaties van de directie van ASTRON en de directie van NWO de kwestie besproken. Ultimo 1989 zijn nog geen beslissingen genomen in deze zaak.

2.5.3. Personeelszaken

In de loop van het jaar is er een regeling personeelsbeoordeling opgesteld en vastgesteld voor de stichting ASTRON. De regeling beschrijft de procedures voor funktioneringsgesprekken, voor beoordelingen en voor beoordelingsgesprekken. In de periode oktober t/m december is voor de meeste medewerkers van het Instituut een beoordeling opgemaakt volgens de nieuwe regeling. Voor de personeelsfunktionaris waren dit drie drukke maanden omdat ze naast het lopende werk beoordelingsadviseur was bij het opmaken van alle beoordelingen.

Naar aanleiding van de wens van één van de medewerkers van de CTD om begin 1990 gebruik te maken van de VUT-regeling, is een onderzoek ingesteld naar de pensioenaanspraken van de oudere medewerkers van de stichting. De verandering van pensioenverzekeraar, die Z.W.O. in het midden van de jaren zestig heeft doorgevoerd, bleek aanleiding te geven tot onduidelijkheid over opgebouwde rechten. Hoewel de kwestie in algemene zin is opgehelderd, dient er nog een uitgebreid aanvullend onderzoek uitgevoerd te worden om de aanspraken voor elke medewerker vast te stellen.

De instituutsstichtingen ASTRON, SRON, MC en FOM en het bureau van NWO zijn in de loop van het jaar overeengekomen de interne werving van personeel open te stellen voor elkaars medewerkers. Elkaar tijdig informeren over vacatures vormt een onderdeel van deze afspraak. Met deze stap wordt getracht de mogelijkheden voor promotie en doorstroming van medewerkers binnen de NWO organisatie te vergroten.

ASTRON had eind 1989 107 personeelsleden en 2 vacatures. Om-gerekend naar volledige betrekkingen omvat de personeelsformatie 104,8 posities. Het ziekteverzuim onder het personeel bedroeg 4,0% in 1989. Nadere informatie over het personeelsbestand en -opbouw is gegeven in een apart sociaal jaarverslag.

2.5.4. Financiën

De financiële middelen voor ASTRON worden verstrekt door NWO. Deze organisatie stelde in 1989 een gewoon subsidie van f. 9.802.000,= beschikbaar, waarvan f. 7.959.000,= voor de activiteiten die voorheen door RZM werden uitgevoerd en f. 1.843.000,= voor de taken van de oude stichting ASTRON. Verder werd een investeringssubsidie van f. 7.600.000,= beschikbaar gesteld, waarvan f. 1.500.000,= in het kader van het Intentioneel Apparatuur Schema. De bestedingen van deze middelen zijn samengevat in Appendix A. De toegekende middelen, in relatie tot de verplichtingen van de stichting in de vorm van salarissen, kapitaals- en exploitatiebijdragen voor de UK/NL telescopen op La Palma en Hawai, exploitatie van de WSRT en onderhoud van de gebouwen in Dwingeloo en Westerbork, waren dermate krap bemeten dat het ASTRON Bestuur pas na enige aarzeling heeft besloten de subsidies te aanvaarden. Het lange-termijn perspectief, zoals neergelegd in de beleidsnota "Route en Horizon" van NWO, biedt geen uitzicht op een structurele verruiming van de beschikbare middelen voor de jaren 1990-1995.

2.5.5. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo

Op 23 oktober is begonnen met de verbouwing van de printerijafdeling van de CTD. Met de verbouwing wordt de werksituatie aanmerkelijk verbeterd. De apparatuur wordt in de nieuwe ruimten meer functioneel ondergebracht en de luchtbehandeling wordt gerealiseerd volgens de eisen van de ARBO-wet. De printerij wordt gebruikt om hoog- en laagfrequente schakelingen te maken door middel van ets-, opdamp-, en metalliseertechnieken. De verbouwing is in financieel opzicht mogelijk gemaakt door een via NWO beschikbaar gestelde extra subsidie van het ministerie van O&W.

In december is ook een begin gemaakt met een kleine verbouwing van de cryogene onderhoudswerkplaats, waarbij de pantry van de oude kantine bij de cryogene werkplaats wordt gevoegd.

Naar aanleiding van een inbraak in april is in samenwerking met deskundigen van de politie een analyse gemaakt om de beveiliging van de gebouwen en de telescopen te verbeteren.

Het normale onderhoud van de Radiosterrenwacht kon ook dit jaar weer in eigen beheer worden uitgevoerd.

In 1989 werd in totaal 653 keer overnacht op de Radiosterrenwacht (635 keer in 1988). Een belangrijk deel van dit aantal kwam voor rekening van de vier buitenlandse zomerstudenten die gedurende zes weken research ervaring hebben opgedaan onder leiding van leden van de Astronomengroep.

De drie dienstauto's hebben in 1989 in totaal 71.164 km (in 1988: 71.927 km) afgelegd.

2.5.6. Popularisering

Met de ingebruikname van het Planetron te Dwingeloo op 3 juli 1989 is de popularisering van de sterrenkunde in Drenthe een nieuwe fase ingegaan. Groepen die voordien bij de radioteleskoop-Dwingeloo ontvangen werden, worden nu verwezen naar deze nieuwe vestiging van de Volkssterrenwacht-Drenthe.

De voorlichting die op de radiosterrenwachten te Westerbork en Dwingeloo geboden wordt, richt zich voornamelijk op groepen die met een bepaald doel een excursie aanvragen. Men onderscheidt o.a. astronomisch, technisch en studiekeuze bepalende groepen.

De open middagen op de woensdagen te Dwingeloo van 14 juni t/m 16 augustus werden goed bezocht. Belangstellenden werden bij de radioteleskoop ontvangen en kregen groepsgewijs in de kantine van het dienstgebouw een diaserie aangeboden waarin de andere werklokaties van de Stichting ASTRON, telescopen en resultaten van metingen werden getoond. Omdat het niet wenselijk geacht wordt met groepen langs meetopstellingen te wandelen, besluit de diavoorstelling met de vertoning van opnamen van werksituaties in het laboratorium en elders in het gebouw.

Te Westerbork werden op 9 dinsdagen en 8 donderdagen in de zomervakantie excursies naar de WSRT verzorgd door leden van de volkssterrenwacht Drenthe. Er werden plannen gesmeed om de organisatie van de WSRT zomerexcursies in de toekomst geheel in handen te leggen van de Volkssterrenwacht en aanmeldingen te boeken via het Planetron.

Hoge reparatiekosten aan langzamerhand versleten mechanismen van de luidsprekende zuilen, noopten tot het zoeken naar alternatieven. Aanvankelijk werd gedacht dat een analoog-digitaal-analoog systeem gemakkelijk toepasbaar zou zijn. Het onderzoek liep vast op de hoge investeringskosten en te maken aanpassingen op het terrein.

Te Westerbork werd met goed resultaat een autoradio + cassettepeler met automatische terugspeelmogelijkheid beproefd. De bestaande voeding, drukknop en luidspreker blijven daarbij gehandhaafd. Een relaïsschakeling werd ontworpen en toegevoegd. Ook het inspreken van de tekst kan binnenshuis worden gerealiseerd.

De nationale sterrenkijkdag en de zondag aan het eind van de wetenschapsweek waren evenementen die in samenwerking met het Planetron gestalte hebben gekregen. Juist door de deskundige inbreng van ASTRON-astronomen werd een hoog peil bereikt in de informatieoverdracht, hetgeen door het publiek zeer werd gewaardeerd.

Tenslotte is de stichting dank verschuldigd aan hen die ondanks hun drukke werkzaamheden voor diverse projecten, kans hebben gezien binnen of buiten werktijd een bijdrage te leveren aan het populariseren van de (radio-)sterrenkunde en de versterking van het imago van de Stichting ASTRON.

3. UK/NL SAMENWERKING IN ASTRONOMISCH ONDERZOEK

3.1. Samenvatting

De drie optische telescopen van de Isaac Newton Group op La Palma en de James Clerk Maxwell Telescope op Hawaï waren in 1989 volledig operationeel. Beide faciliteiten geven hun eigen jaarverslagen uit waarin gerapporteerd wordt over de exploitatie, technologische vernieuwingen, wetenschappelijke programma's en bestuurlijke ontwikkelingen. In dit hoofdstuk wordt uitsluitend verslag gedaan van de Nederlandse betrokkenheid bij en inspanning voor deze internationale samenwerking met de Britten op La Palma en met de Britten en Canadezen op Hawaï.

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-Britannië 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 waarin ook enkele Nederlanders zitting hebben.

Een soortgelijke 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/NL Samenwerking. De astronomen uit Groot-Britannië, 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 Edingburgh. 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 6 van dit jaarverslag. Deze bestuurlijke en programmatische betrokkenheid is een relatief omvangrijke belasting voor de astronomische gemeenschap in ons land.

De Nederlandse verplichting om op La Palma en Hawaï 20% van de personele inzet te leveren ten behoeve van de exploitatie van de telescopen aldaar, kon in 1989 nagenoeg volledig worden nagekomen (sektie 3.2). De betrokkenheid vanuit ons land bij de bouw van waarnemingsinstrumenten en het schrijven van software voor de ING en de JCMT was wederom aanzienlijk (sektie 3.3). Wat betreft het astronomisch gebruik van de faciliteiten (sektie 3.4) kan gesteld worden dat er vanuit Nederland een goede vraag is en voldoende kwalitatief concurrerende programma voorstellen geschreven worden

om de 20% beschikbare teleskooptijd op La Palma te gebruiken. Voor de JCMT blijft de vraag vanuit Nederland achter bij de beschikbare 20% waarneemtijd. Deels wordt deze situatie bij de JCMT veroorzaakt doordat de ontvangers op de teleskoop niet state-of-the-art zijn en daardoor minder geschikt voor de veelal extragalactische onderwerpen waarin de Nederlandse gebruikersgemeenschap vooral geïnteresseerd is. De JCMT Board heeft in november 1988 een uitgebreid programma vastgesteld voor ontwikkeling en bouw van nieuwe ontvangers gebaseerd op de best beschikbare technieken ter waarde van kf 500 per jaar. Over enkele jaren moet dit programma zijn vruchten gaan afwerpen.

3.2 Personeel

De tabellen 3.1 en 3.2 geven een overzicht van de Nederlandse mankrachtinspanningen ten behoeve van de ING op La Palma en de JCMT op Hawaï.

Tabel 3.1 laat zien welke personen in 1989 in het buitenland waren gestationeerd. Volgens afspraak dient de Nederlandse astronomische gemeenschap 13 posities in het buitenland te vervullen, te weten: 8 op La Palma, 3 op Hawaï, 1 op RGO en 1 op ROE. Tweederde van de posities worden vervuld vanuit ASTRON, een derde vanuit de universitaire instituten.

J. Doornenbal, één van de eerste pioniers die in de zomer van 1982 naar La Palma ging, heeft begin 1989 de werkzaamheden moeten beëindigen vanwege gezondheidsredenen. Hij heeft als chef van de werkplaats een belangrijk deel van de opbouwfase van de ING op het Roque de los Muchachos Observatorium meegemaakt en daarin een waardevolle bijdrage geleverd. Hij en zijn vrouw blijven op La Palma wonen.

De heer K.J.C. Stuurwold en zijn gezin vertrokken in februari voor een periode van twee jaar naar La Palma. Dr. R.G.M. Rutten vertrok in februari naar La Palma voor een periode van ruim 1 jaar. Ir. H. Slingerland (RUG/KSW) vestigde zich met zijn vrouw in september op La Palma voor een tijdvak van eveneens 2 jaar. Dr. F. Baas en zijn gezin gingen in september naar Hawaï voor een periode van 3 jaar met de mogelijkheid van verlenging met nog eens 3 jaar. Drs. J.P. Hamaker keerde met zijn gezin in augustus terug vanuit Hawaï na aldaar drie jaar gewerkt te hebben aan de software ontwikkeling voor de JCMT. Helaas bleek de inspanning van Hamaker niet te leiden tot de invoering van een nieuw software operating systeem voor de teleskoop omdat het JCMT management in de loop van 1988/89 gekozen heeft prioriteit te geven aan verbetering van betrouwbaarheid en efficiëntie van het bestaande systeem.

Over het werk van de door ASTRON uitgezonden medewerkers wordt gerapporteerd in par. 2.2. en 2.3 van dit jaarverslag.

Tabel 3.1. Nederlandse detacheringen in het buitenland in 1989.

La Palma, operations Isaac Newton Group.

R.J. Pit	ASTRON ¹⁾	electronicus	sept. 1986-onbepaald
J. Haan	ASTRON	mechanisch techn.	aug. 1987-juli 1991
P.H. van der Velde	ASTRON	computerprogrammeur	okt. 1984-sept. 1994
G.N.J. van Diepen	ASTRON	systeemanalist	aug. 1988-juli 1990
K.J.C. Stuurwold	ASTRON	computertechnicus	febr. 1989-febr. 1991
R.G.M. Rutten	ASTRON	astronoom	febr. 1989-febr. 1991
K.C. Suhu	RUG	astronoom	dec. 1988-mei 1990
H. Slingerland	RUG	ingenieur	sept. 1989-sept. 1991

Royal Greenwich Observatory

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

Hawai, operations James Clerk Maxwell Telescope

L.H.R. de Haan	ASTRON	electrotechnicus	permanent
J.P. Hamaker	ASTRON	wetensch.systeemontw.	aug. 1986-aug. 1989
P.K. Hekman	ASTRON	microgolf ingenieur	sept. 1988-febr. 1992
F. Baas	RUL/ASTRON	fysicus	aug. 1989-aug. 1992

Royal Observatory Edinburgh

W. van der Veen	ASTRON	liaison astronoom	sept. 1988-aug. 1990
-----------------	--------	-------------------	----------------------

¹⁾ De RUL financiert deze positie vanaf 1989.

3.3 Technische inspanning

Tabel 3.2 geeft een samenvatting van de technische projecten waaraan in Nederland gewerkt is of gewerkt wordt in het kader van de UK/NL samenwerking. In deze sectie volgt een rapportage van de voortgang van dit werk.

Tabel 3.2. Nederlandse bijdragen aan constructie van instrumentatie

Project	P.I.	Plaats	Manjaren		status
			contract	besteed	
<i>Optische telescopen op La Palma</i>					
<i>A. Capital phase</i>					
Utrecht Echelle Spectrograph	Hoekstra, v. Nieuwkoop	Utrecht	10,05	(15)	bouwfase
Nasmyth A&G unit	Tinbergen	Roden	3,5	(8)	bouwfase
CCD Camera controllers	Bregman	Dwingeloo	12,1	16,1	voltooid in 1988
Database and archiving system	Raimond	Dwingeloo	9,5	(9)	basis programma geleverd
TAURUS	Butcher	Roden	11,8	11,8	voltooid in 1987
Remote observing			0,7	0,7	voltooid in 1987
Detachering RGO			3,1	3,1	voltooid in 1987
			50,75		
<i>Optische telescopen op La Palma</i>					
<i>B. Enhancement</i>					
Multi Purpose Fotometer	Tinbergen	Roden	9,5	9,5	voltooid
MPF enhancements	Tinbergen	Roden	1,6	1,6	wachten op mankracht
CCD controllers	Bregman	Dwingeloo	0,35	0,35	voltooid in 1989
GHRIL	Noordam	RGO/ Dwingeloo	3	3	voltooid in 1988
Holografische Heterodyne Spectrograaf	Butcher	Roden			in onderhandeling

*Submillimeter teleskoop Hawai
Enhancements*

Dwingeloo Auto-correlation spectrometer	Bos	Dwingeloo	12,5	(23)	bouwfase; prototype voltooid
350 GHz 3 beam ontvanger	v. Ardenne/ Woestenburg	Dwingeloo	3	(8)	wachten SIS junctions
350 GHz 2x4 beam ontvanger	Woestenburg	Dwingeloo			onder behandeling
Automatisering hoogspanningsvoeding carcinotrons	Woestenburg	Dwingeloo	2	2	voltooid
350 GHz B1 ontvanger; reserve onderdelen	Woestenburg	Dwingeloo	2,6	2,6	voltooid
470 GHz Schottky mixer	Woestenburg	Dwingeloo	1,5	1,5	voltooid
JCMT archief	Raimond	Dwingeloo	0,5	(0,5)	in voorbereiding

3.3.1 Optische telescopen/La Palma

3.3.1.1. KSW te Roden (RUG/RUL)

De constructie van de A&G faciliteit voor de UES onder leiding van J. Tinbergen verliep goed. In het voorjaar zijn afspraken gemaakt tussen de KSW en RGO over de interface software tussen teleskoop-computer (VAX) en de instrumentmicro's. RGO zal de benodigde VAX-software schrijven maar o.a. door vertraging met een andere instrument (ISIS) en de verhuizing van RGO van Herstmonceux naar Cambridge, verlopen deze werkzaamheden langzaam. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de goede eigenschappen van de op RGO gemaakte CCD autoguiders, is in overleg met RGO en Utrecht besloten gebruik te maken van een ISEC-TV camera (standaard bij de ING) om het beeldveld te bekijken in plaats van deze functie in te bouwen in het autoguidersysteem. Deze wijziging heeft vooral voordelen bij het bedienen van de A&G unit. De planning voorziet erin

dat de A&G faciliteit in de zomer van 1990 naar La Palma wordt verscheept, gelijktijdig met de UES.

J. Tinbergen is P.I. voor een projekt om de Multi Purpose Fotometer (MPF) op La Palma uit te rusten met een optie om fotometrie te kunnen doen op korte tijdschalen. De technische wijzigingen, met name de interfaces tussen instrument, instrument-computer en teleskoop-computer, zijn uitgezocht en gespecificeerd. De grootste inspanning is het schrijven van de software wijzigingen. Deze taak heeft R.G.M. Rutten op zich genomen. Doordat Rutten in februari naar La Palma is uitgezonden voor een jaar zal dit werk pas door hem afgerond kunnen worden na zijn terugkeer.

De JSC heeft in principe besloten middelen tot een bedrag van kf 100 beschikbaar te stellen om in Roden en/of Utrecht een hoge-resolutie spectrograaf te bouwen voor de WHT. Deze spectrograaf wordt of samengesteld uit componenten die op de commerciële markt gekocht kunnen worden of het wordt gebouwd volgens het ontwerp van H.R. Butcher en N. Douglas voor een Holografische Heterodyne Spectrograaf (HHS). Een prototype van de HHS is inmiddels bij de KSW gebouwd in het kader van een contract met ESO. Met dit prototype zijn in de loop van 1989 succesvolle testmetingen gedaan op één van de ESO telescopen.

3.3.1.2. Dwingeloo

Nadat de vier door J.D. Bregman en A. Doorduyn ontwikkelde CCD controllers in december 1988 aan RGO zijn afgeleverd, is er nog een reserve controller gebouwd die in april is geleverd aan RGO. Hiermee is dit projekt afgesloten.

Fase 1 en 2 van het La Palma database en archief projekt zijn in 1986/87 geleverd aan RGO. Hiermee is software geleverd om gegevens in het archief op te slaan en te catalogiseren. Het bijbehorende archief users manual (ING User Manual No XIX of NFRA note 537) is in het voorjaar van 1989 beschikbaar gekomen. Een extra inspanning van G.N.J. van Diepen was nodig om de archief software aan te passen aan de veranderingen aan het computersysteem die in het voorjaar van 1990 zullen optreden bij de verhuizing van RGO naar Cambridge.

3.3.1.3 Utrecht

Belangrijke componenten van de Utrecht Echelle Spectrograaf (UES), zoals de echelle tafel, prisma tafel, camera en de collimator, werden tussen maart en juni samengevoegd op de optische tafel. Dit werk werd gedaan in de werkplaats van de vakgroep Sterrenkunde van de RUU. Na de integratie werd begonnen met het testen van de onderdelen, eerst afzonderlijk, daarna simultaan. Eind 1989 was ruim 90% van het mechanische en elektronische deel van het instrument voltooid. Ook de besturingssoftware was nagenoeg gereed. 80% van de componenten waren uitgebreid getest en in orde bevonden. Verscheeping van de UES naar La Palma wordt voorzien in de zomer van

1990, gevolgd door integratie op het Nasmyth platform van de teleskoop en technische en astronomische commissioning.

3.3.1.4 Royal Greenwich Observatory

De Nederlandse liaison-astronoom, Dr. E.J. Zuiderwijk, is opgenomen in de La Palma User Unit op RGO. Als zodanig participeert hij in de dagelijkse activiteiten op dit instituut die betrekking hebben op de exploitatie van de ING. Zuiderwijk heeft in de La Palma User Unit de speciale taak als projekt scientist op te treden voor het La Palma archief waarin alle waarnemingen van de ING telescopen worden bewaard. Verder is hij nauw betrokken bij de ontwikkeling van de software voor data reductie voor de UES.

3.3.2. (Sub)millimeter teleskoop/Hawai

3.3.2.1 Dwingeloo

In het verslag van het laboratorium van ASTRON (sektie 2.2. van dit jaarverslag) wordt uitgebreid gerapporteerd over de tegenslagen ondervonden bij het werk aan de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) voor de JCMT. Eind 1989 waren de storingen in het prototype van de DAS gelocaliseerd en verholpen waarna verder gegaan kon worden met de produktie van de correlator voor de JCMT.

E.E.M. Woestenburger voltooide de ontwikkeling en produktie van de hardware en software voor de automatisering van de hoogspanningsvoeding voor carcinotrons. Dit projekt was bedoeld om de verstemming van JCMT ontvangers die zijn uitgerust met een Schottky diode mixer en een carcinotron als lokaal oscillator systeem te automatiseren. Het projekt werd in het voorjaar van 1989 in Hawai afgeleverd nadat in overleg met het JAC was besloten de specifieke software die gebaseerd is op het OS-9 systeem aldaar te laten ontwikkelen door JAC personeel.

Vanuit ASTRON is in het verslagjaar een omvangrijke inspanning geleverd ten behoeve van de reparatie van een harmonische mixer en een signaal mixer voor de 320-370 GHz B1 lijnontvanger op de JCMT. Dit werk heeft behalve tot succesvolle reparaties ook geleid tot verdieping van kennis over degeneratie van de signaal mixer tijdens het gebruik. In sektie 2.2 van dit jaarverslag wordt dit werk nader toegelicht.

In de zomer werd het ontwikkelingswerk voor een 470 GHz Schottky diode mixer onder leiding van E.E.M. Woestenburger met succes afgerond. Er werd een mixer ontworpen en gemaakt met een double-side-band ontvangertemperatuur van 900 K.

In het voorjaar werd de stichting door het vertrek van Ir. A. van Ardenne aangezet tot een grondige heroverweging van de strategie bij het werk aan millimeter ontvangers. Vastgesteld werd dat voortgang op twee fronten, te weten ontwikkeling en bouw van ontvangerssystemen op basis van Schottky diode mixers en de ontwikkeling en bouw van multibeam ontvangers op basis van SIS junctions,

niet meer vol te houden was. Hoewel ASTRON bewezen had goede Schottky ontvangers te kunnen bouwen, werd gekozen voor voortzetting van het multibeam werk en stopzetting van het Schottky werk. Met name de overwegingen dat met SIS ontvangers op den duur gevoeliger waarneeminstrumenten te ontwikkelen zijn en ontwikkeling van multibeamontvangers essentieel is voor de (sub)millimeter astronomie om een aanzienlijke tijdwinst te boeken bij het in kaart brengen van objecten.

Door het al eerder vermelde vertrek van A. van Ardenne nam E.E.M. Woestenburg de taak van PI over voor het 350 GHz multibeam projekt voor de JCMT. Dit projekt ondervond grote vertraging doordat de SIS junctions voor deze ontvanger, die geleverd werden door de Universiteit van Kent, zeer kwetsbaar bleken te zijn. Zelfs onder de meest zorgvuldige behandeling in het laboratorium bleken deze lood-junctions niet houdbaar te zijn. Bezoeken van Woestenburg en van der Ree aan Kent en RAL hebben geleerd dat de wijze van behandeling door ASTRON voldoende zorgvuldig blijkt te zijn. Verbetering van de produktie van de junctions bij de Universiteit van Kent is noodzakelijk. Als alternatief zijn principe afspraken gemaakt over levering van SIS junctions vanuit Groningen waar de Rijksuniversiteit en het Laboratorium voor Ruimteonderzoek een gezamenlijk projekt hebben gestart om SIS junctions te maken op Nio-bium basis.

In het kader van een door ROE uitgeschreven Announcement of Opportunity voor JCMT instrumentatie heeft ASTRON in juli een voorstel ingediend om een 2x4 beam 350 GHz ontvanger te ontwikkelen en te bouwen in vervolg op en op basis van de kennis opgedaan met de ontwikkeling van de multi(=3) beam ontvanger. Dit voorstel werd positief ontvangen bij de JCMT Users Committee doch een demonstratie van de werkende multibeam ontvanger aan een teleskoop zal noodzakelijk zijn alvorens de JCMT Board definitief zal beslissen over het voorstel.

Vanuit SRON, Groningen is eveneens, een voorstel ingediend in antwoord op bovenvermelde AO. Het betreft een R&D projekt ten behoeve van de ontwikkeling van SIS junctions op Niobium basis die werkzaam zijn in het frequentiegebied van 460-500 GHz. Dit voorstel is een vervolg op een soortgelijk projekt dat SRON, Groningen uit JCMT fondsen gehonoreerd heeft gekregen voor SIS ontwikkelingswerk bij 330-370 GHz.

3.3.2.2. Royal Observatory Edingburgh

Dr. W. van der Veen is als liaison-astronoom bij ROE gestationeerd om de Nederlandse gebruikers gemeenschap van de JCMT adequaat op de hoogte te houden. Als lid van de JCMT Operations Unit op ROE participeerde hij in het dagelijkse werk van deze sektie. In dit verband is hij de technische secretaris van de JCMT Users Committee. Daarnaast bleef Van der Veen een actief onderzoeker van laat-

type sterren met massa verlies en circumstellaire gas- en stofschillen. Met drie waarneemreizen naar Hawaï in één jaar werd hij één van de meest-actieve Nederlandse gebruikers van de JCMT.

3.4. Beleid en Bestuur

Nadat bekend werd dat de Faculteit Natuur- en Sterrenkunde van de RUU serieuze plannen had de instrumentatiegroep bij de vakgroep Sterrenkunde te Utrecht op te heffen, is er vanuit het NCA, de Stuurgroep UK/NL Samenwerking en directie en bestuur van ASTRON gepoogd deze groep te behouden voor de Nederlandse Sterrenkunde. Deze groep met ruime ervaring en specifieke kennis heeft belangrijke bijdragen geleverd in het kader van ontwerp en constructie van waarneemapparatuur in het kader van de UK/NL Samenwerking (secondaire spiegel JCMT en UES). Over een reeks van jaren droeg de RUU gemiddeld 3 manjaar per jaar bij. Het ASTRON Bestuur heeft in de besprekingen met het Bestuur van de Faculteit Natuur- en Sterrenkunde te Utrecht aangeboden in ruil voor instandhouding van de instrumentatiegroep één of twee postdocs voor een aantal jaren bij de vakgroep Sterrenkunde te Utrecht te detacheringen. Met dit aanbod werd tevens gepoogd de Utrechtse betrokkenheid bij het vruchtgebruik van de UK/NL faciliteiten te intensiveren. Uiteindelijk werd door de Faculteit toch besloten tot opheffing van de instrumentatiegroep. Ultimo 1989 werden nieuwe besprekingen begonnen tussen het faculteitsbestuur, de vakgroep Sterrenkunde en ASTRON over voortzetting van de Utrechtse betrokkenheid bij de bouw van waarneeminstrumenten voor UK/NL telescopen (of ESO) waarbij in ieder geval sprake is van een inzet van 3 m.j. per jaar vanuit de centrale werkplaats van de faculteit.

De Stuurgroep UK/NL Samenwerking heeft in mei Prof.dr. G.K. Miley benoemd tot lid van het KSW Bestuur ter opvolging van de aftredende Prof. dr. W.N. Brouw. Voor de duidelijkheid, het KSW Bestuur kent 3 leden waarvan de RUG, de RUL en de Stuurgroep UK/NL Samenwerking er elk één benoemt.

In financieel opzicht maakt ASTRON zich ernstige zorgen over de problematiek van inflatie in Groot-Brittannië (8%), Spanje (7%) en Hawaï (6%). Deze inflatie is relatief groot in vergelijking tot Nederland en wordt tot nu toe niet gecompenseerd in de subsidies die ASTRON van NWO ontvangt. Derhalve is het kiezen uit een weigering van inflatiecorrectie in de exploitatiebegrotingen van de ING en de JCMT, en daarmee op termijn een achteruitgang van de staat van onderhoud van de faciliteiten, of de extra uitgaven putten uit het reguliere exploitatiebudget van het ASTRON Instituut. Dit laatste is eveneens onmogelijk. Het ASTRON Bestuur heeft deze kwestie onder de aandacht gebracht van NWO waar men zich thans be-raad op de problematiek.

In de Stuurgroep UK/NL Samenwerking is uitgebreid gesproken over een Brits voorstel om na de lancering van de röntgen survey satelliet ROSAT grote blokken INT tijd beschikbaar te stellen voor

optische identificatie van door ROSAT gedetecteerde objecten. De Stuurgroep heeft zich op het standpunt gesteld dat een dergelijk voorstel voorzien dient te worden van een wetenschappelijke onderbouwing en daarna op de gangbare manier door PATT besproken kan worden. De toedeling van de toegekende tijd over de UK en Nederland dient volgens de standaard verdeelsleutel berekend te worden op basis van de nationaliteit van de aanvragers.

In vergadering 89-02 van de Stuurgroep UK/NL Samenwerking is een klacht besproken vanuit de Nederlandse astronomische gemeenschap over de toedeling van JCMT en UKIRT tijd door PATT. De bezwaren kwamen deels voort uit het verschil in wetenschappelijke traditie en filosofie tussen UK en Nederland waardoor de appreciatie van waarnemvoorstellen verschillend is in beide landen. Besloten is dat de Stuurgroep een voorstander blijft van toewijzing van teleskooptijd in een internationale peer-review procedure via PATT. De Stuurgroep heeft onder leiding van zijn voorzitter een ad-hoc groep ingesteld die verder bestaat uit de Nederlandse leden van PATT en de Nederlandse leden van de La Palma en JCMT Users Committee om de Nederlandse PATT voorstellen voor te bespreken en langs deze weg de bezwaren weg te nemen.

De JSC en de JCMT Board vergaderden elk twee maal in 1989, te weten op 25 mei (Leiden) en 1 november (Cambridge) voor de JSC en op 1-2 juni (Ottawa) en 2-3 november (Cambridge) voor de JCMT Board. De Stuurgroep UK/NL Samenwerking vergaderde op 18 mei (Utrecht) en 17 oktober (Dwingeloo).

3.5 Toekenningen van waarnemtijd voor Nederlandse programma's

De tabellen 3.3, 3.4 en 3.5 geven een overzicht van de waarnemtijd op telescopen van de ING op La Palma en respectievelijk JCMT en UKIRT op Hawaï die is toegekend voor programma's met Nederlandse aanvragers. Dit jaar is afgezien van een rapportage over de verkregen resultaten omdat wordt aangenomen dat hierover wordt gerapporteerd in de jaarverslagen van o.a. ING en JCMT. Verder is over dit werk gerapporteerd in de verslagen van de Landelijke Werkgemeenschappen van ASTRON (hoofdstuk 5 van dit jaarverslag) in zover de voor die verslagen gestelde normen zijn gehaald.

Tabel 3.3.

Overzicht van de teleskooptijd op de Isaac Newton Group van het Roque de los Muchachos Observatorium op La Palma, die door PATT is toegekend aan programma's met Nederlandse aanvragers. Semester P (maart t/m augustus 1989) en semester Q (september 1989 t/m februari 1990).

Aanvragers	Programma	Aantal toege- kende nachten	Ratio NL tijd
4,2 m WHT: semester P: 58 nachten te verdelen door PATT (8,1% naar Nederlandse programma's)			
<u>P. Callanan,</u> <u>P. Charles,</u> <u>J. van Paradijs</u>	Optical observations of GS2000+25	4	0,17
<u>W. Jaffe,</u> <u>H. Ford</u>	Distance to Virgo cluster	2	0,75
<u>G. Miley, W. Keel</u> <u>M. de Grijp</u>	Faint AGN populations from IRAS deep fields	3	0,83
4,2 m WHT: semester Q: 65 nachten te verdelen door PATT (26% naar Nederlandse programma's)			
<u>J. Bregman,</u> <u>C. de Vos,</u> <u>U. Schwarz,</u> <u>A. Rao</u>	High resolution imaging of selected objects in integrated H α using pupilplane interferometry	6x1/2 (long term status voor 4 semesters)	1
<u>S. Baum,</u> <u>C. O'Dea</u>	Deep spectroscopic observations of cooling flow clusters	2	1
<u>G. Miley</u>	Spectroscopy of Ly α nebulae around redshift quasars	4	1
<u>G. Rhee</u>	Mass of the galaxy and cluster lensing in Q0957+561	5	1
<u>M. Wieringa,</u> <u>G. Miley</u>	Search for high-Z galaxies associated with moderately strong streep-spectrum sources	3	1

2,5 m INT: semester P: 115 nachten te verdelen door PATT
(10% naar Nederlandse programma's)

<u>P. Katgert</u> , <u>M. Wieringa</u> ,	Search for high-Z galaxies at lower radio fluxes	3	1
<u>G. Miley</u> , <u>K. Chambers</u> , <u>H. Rottgering</u> , <u>P. Katgert</u>	A search for the most distant galaxies	3	1
<u>R. Peletier</u> , <u>E. Valentijn</u> , <u>W. Jaffe</u> , <u>H. Ford</u>	Central velocity dispersion of M87	3	1
<u>J.R. Walsh</u> , <u>R.E. Clegg</u> , <u>P. Katgert</u>	Kinematic structure of PN halos	3	0,67
<u>M. Wieringa</u> , <u>J. meaburn</u>	Optical search for fading radio galaxies	1/2	1

2,5 m INT: semester Q: 108 nachten te verdelen door PATT
(16% naar Nederlandse programma's)

<u>S. Baum</u> , <u>C. O'Dea</u>	Imaging of GPS radio sources	3	1
<u>T. de Jong</u> , <u>J. Hu</u> , <u>S. Slijkhuis</u> , <u>P. te Lintel</u>	Evolution of proto-planetary nebulae	7	1
<u>P. Katgert</u> ,	Search for high-z galaxies associated with moderately strong steep-spectrum sources	2	1
<u>G. Miley</u> , <u>H. Rottgering</u> , <u>J. Lub</u>	Search for the most distant radio galaxies	5	

1,0 m JKT: semester P: 17 weken te verdelen door PATT
(29% voor Nederlandse progr

<u>E. Engelsman</u> , <u>N. Trams</u>	Classification spectroscopy of IRAS selected post-AGB candidates	1	
<u>R.G.M. Rutten</u> , <u>J. van Paradijs</u> , <u>J. Tinbergen</u>	Time variability of accretion disks in nova-like variables	1,5	

<u>R. Waters,</u> <u>R.G.M. Rutten,</u> <u>N. Trans</u>	Multi-spectral monitoring of the Be/X-ray transient A00535+26	1,5 week	1
<u>R.G.M. Rutten,</u> <u>J. van Paradijs,</u> <u>J. Tinbergen</u>	Eclipse mapping of accretion disks in cataclysmic variables	1 week	1
1,0 m JKT: semester Q 15 1/2 week te verdelen door PATI (24% naar Nederlandse programma's)			
<u>T. de Jong, J. Hu</u> <u>S. Slijkhuis,</u> <u>P. te Lintel</u>	Evolution of proto planetary nebulae	1 week	1
<u>T. de Jong,</u> <u>P. Gordfrooij,</u> L. Hansen, H. Norgaard-Niel- sen	Dust in Shapley Ames elliptical galaxies	1 week	0,7
<u>R.G.M. Rutten,</u> <u>J. van Paradijs,</u> <u>J. Tinbergen,</u> <u>R. Waters</u>	Eclipse mapping of accretion disks in cataclysmic variables	2 weken (long-term status voor 4 semesters)	1

Tabel 3.4.

Overzicht van de door PATT toegekende teleskooptijd voor Nederlandse programma's op de JCMT in semester P (maart t/m augustus 1989) en semester Q (september 1989 t/m februari 1990).

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende shifts	Ratio NL tijd
Semester P: 203 8-uur shifts te verdelen door PATT (11,5% naar Nederlandse programma's)			
<u>F.P. Israel,</u> <u>P. Maloney</u>	CO in galaxy nuclei	6 x 8h	1
<u>H. Matthews,</u> <u>W. Boland</u>	chemistry of O-rich circumstellar envelopes	6 x 8h	0,25
<u>K. Sahu,</u> <u>S.R. Pottasch</u>	CO observations of proto- planetary nebula candidates	2 x 8h	1
<u>L. Tacconi,</u> <u>J. Young</u>	Molecular spiral arms in NGC 6946	13 x 8h	0,75
<u>R. Waters</u>	Structure of the stellar wind of Be stars	4 x 8h	1
Semester Q: 234 8-uur shifts te verdelen door PATT (7,5% naar Nederlandse programma's)			
<u>P. Coleman,</u> <u>Antonucci,</u> <u>Barvainis</u>	Low frequency cutoffs in spectra of radio quiet quasars	8 x 8h	0,67
<u>J.M. van der</u> <u>Hulst, H. Liszt</u> <u>W.B. Burton</u>	CO J=3-2 observations of Centaurus A	6 x 8h	0,83
<u>H. Matthews,</u> <u>W. Boland</u>	Chemistry of O-rich circumstellar envelopes	6 x 8h	0,25
<u>M. de Muizon,</u> <u>A. Heske,</u> <u>L. d' Hendecourt</u>	Search for C ₃ H ₂ in UV excited nebulae	3 x 8h	0,83
<u>W. van der Veen,</u> <u>H.J. Habing,</u> <u>A. Heske,</u> <u>A. Omont, H. Matthews</u>	CO emission of selected OH/IR stars	4 x 8h	0,8

Tabel 3.5.

Overzicht van de door PATT toegekende teleskooptijd van Nederlandse programma's op UKIRT in semester P (maart t/m augustus 1989) en semester Q (september 1989 t/m februari 1990).

Aanvragers	Programma	Aantal toege- kende nachten	Ratio NL tijd
Semester P: 82 nachten te verdelen door PATT (10% naar Nederlandse programma's)			
<u>P.C. van der Kruit,</u> <u>R. Wainscoat</u>	IR mapping of edges of disks in edge-on spirals	3	0,75
<u>F.P. Israel,</u> <u>T. Hawarden,</u> <u>Koorneef</u>	H ₂ excitation in galactic nuclei	2	0,67
<u>G. Miley,</u> <u>K. Chambers,</u> <u>H. Rottgering,</u> <u>P. Katgert</u>	Infrared observations of the most distant galaxies	6	1
<u>Carter, Mackie</u> <u>Visvanathan,</u> <u>R. Peletier</u>	Infrared colour gradients in ellipticals	4	0,12
Semester Q: 124 nachten te verdelen door PATT (10% naar Nederlandse programma's)			
<u>T. Geballe,</u> <u>W. van der Veen</u>	IR investigation of optically bright post-AGB stars with high mass loss	2	0,25
<u>G. Miley,</u> <u>K. Chambers,</u> <u>H. Rottgering,</u> <u>P. Katgert</u>	IR observations of the most distant galaxies	5	1
<u>M. de Muizon</u>	Physical conditions in the environment of aromatic molecules	3	1
<u>R. Strom,</u> <u>Greidanus</u>	Mapping regions of the young SNR Cas A at 20 μ m	3	1
<u>W. van der Veen,</u> <u>H.J. Habing</u>	IR survey for AGB stars outside the solar circle	1	1

4. ENGLISH SUMMARY

4.1. Reports of the Board and Program Committee

4.1.1. Report from the Board

by H. van Woerden.

The current Annual Report is the first of the new Netherlands Foundation for Research in Astronomy (NFRA, or, in Dutch, ASTRON) funded on December 20, 1988. The Foundation is the merger of two Foundations: The "old" ASTRON Foundation, responsible for university grants, and the Netherlands Foundation for Radio Astronomy responsible for the exploitation of observational institutes for Research of Dutch universities' astronomical departments.

The task of the Foundation is:

- supplying grants to university staff, most often in the form of positions for postdoctoral fellows or Ph.D. students.
- exploitation of the Westerbork Synthesis Radio Telescope.
- taking care of the Dutch part of the exploitation of the optical (Isaac Newton Group (ING)) and sub-millimeter (James Clerk Maxwell Telescope (JCMT)) observatories built on La Palma and Hawaii as part of the NWO/SERC (UK) agreement.
- building hardware and software for the WSRT, VLBI, ING and JCMT. The NFRA has an Advisory Committee, appointed by the Board, and a Program Committee, responsible for time allocation of the WSRT and the Dwingeloo Telescope. Memberships of Board and Commissions can be found in Chapter 6.

In 1989 the NFRA financed 23.9 manyears of effort for university research projects. Nine new projects were started, while eight projects finished during 1989. The projects (see Chapter 5) covered a broad range of astronomical subjects. In 1989 22 new projects were proposed for financing in 1990, all of them of good quality. After refereeing by Dutch and foreign referees the Advisory Committee recommended that the Board fund 10 projects of excellent quality. Due to limited funds the Board could only subsidize four new projects in 1990.

The WSRT was used at all four major observing wavelengths (6, 21, 49 and 92 cm), and at 6, 18, 21 and 92 for VLBI. Although the more than 20 years old telescope showed some ageing problems, which mostly could be repaired, the scientific output was of a high standard.

The NFRA received, on behalf of the European VLBI Network (EVN), an EEC grant of 440 kECU to develop a European, VLBA-compatible VLBI recorder. Financing a European VLBI dataprocessing centre is still being discussed with the EEC; the advice to be given by the European Science Foundation could play an important role in this discussion.

The Dwingeloo 25 m telescope started on a new, sensitive 21 cm HI full survey of the galaxy, using a prototype of a new

Digital Autocorrelation Spectrometer (DAS) being built in Dwingeloo for the JCMT.

The British-Dutch optical observatory on La Palma, with telescopes of 4.2, 2.5 and 1 m diameter, was used by the Dutch astronomers for 16% of the observing time. On the 4.2 m Herschel telescope the CCD controllers built by Dwingeloo were installed. Being built in Utrecht and Roden are a high-resolution echelle spectrograph, a Nasmyth Acquisition and guiding unit, a high time resolution option for the Multi-purpose photometer and polarization measurement equipment. The software for the archive system, developed in Dwingeloo, became fully operational.

The JCMT has shown, after its initial two years of operation, its great potential, however, the available receiver systems need extensive replacements and upgrades to be able to use this frontline instrument in the best possible way. The JCMT Board has adapted an ambitious plan to provide a suite of state-of-the-art receivers. In Dwingeloo a multi-beam (3-8) SIS receiver for 345 GHz is being developed as part of this plan.

The agreement between SERC and NWO foresees 13 people being provided by the Netherlands for the operation of the UK/NL telescopes. Although it was foreseen that this contingent of people would be provided half by the NFRA and half by the Dutch astronomical university departments, it has been proved difficult for the universities, due to financial cut-backs, to provide their share. NFRA carries now about two thirds of this load, but has difficulties bearing it. A solution to this problem has to be found.

The fourth main task of the Foundation, providing equipment for the WSRT, the ING and the JCMT, is provided for by the Laboratory, the Central Technical Services, the Computer group and General Affairs. The design of the new Multi-frequency frontend series for the WSRT is finished, and a prototype, to be ready in 1991, is being built. The series will include all observing frequencies in one prime focus frontend box, for easy frequency change, and will be more sensitive than the existing frontends. Special receivers and feeds will make the search for high-redshift HI possible. The SCASIS project, an optical aperture synthesis prototype instrument for the 4.2 m Herschel telescope, has obtained some results during observing sessions on La Palma. The Digital Autocorrelation Spectrometer for the JCMT has been extensively tested in its prototype version on the Dwingeloo telescope, and is now fully designed and being built. Also for the JCMT, work is going on on a multi-beam SIS receiver for 350 GHz. A 6 cm cooled receiver is being built in cooperation with the Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn, as the EVN contribution to the Soviet VLBI satellite RadioAstron.

In 1989 the Foundation's VAX computers were replaced by two micro VAX3400s. In addition to the ongoing work on redundancy and

self-calibration, the design of a completely new standard reduction software package started. The archiving software for the La Palma observatory was delivered, and, in cooperation with ROE, made suitable for the JCMT as well.

The astronomers in the Foundation act as liaison with the universities. In addition to regular visits, and cooperating projects, they have been acting as PhD supervisors, giving lectures and supervising practical work of undergraduates and foreign visiting summer students in Dwingeloo.

Financially 1989 was a difficult year. The received subsidy was 800 kfl below that received in 1988, and 1700 kfl below the 1989 budget. Essential work had to be postponed, and the number of university grants could not be increased at all. Part of the budget cut was due to a general redistribution of funds to enable NWO to start new initiatives. Most of the new initiatives are not available for or unsuited to the NFRA. Some of the new funds came available, however, for the universities. A program on "molecular astrophysics" lead by Dr. E.F. van Dishoeck (Leiden) will be funded by NWO, and 850 kfl became available for 1990-91 for workstations (500 kfl) at all astronomy departments, and a programmable milling machine for Roden. An action by the NFRA, at the request of the National Committee for Astronomy, to try to keep an instrumentation group at Utrecht University was still continuing at the end of the year.

The future of the NFRA looks at first view very promising. The NFRA provides the Dutch astronomical community with access to world-class radio, optical and (sub)millimeter instruments. Together with a scientific tradition, high-quality staff and very good education they form a solid base to maintain the international standing of Dutch astronomy. The Board has, however, to note some negative influences, as already mentioned in the Forward look of November, 1989. The main concern is the financial situation, which, given the extensive short term commitments of ASTRON, leave little or no freedom for long-term investments in research and development to be able to react adequately to the present and future possibilities. The budget, which has been cut in the last 10 years, has to increase. In addition, as has been stated in the "Dutch Strategic Plan for Astronomy" by the National Committee for Astronomy, the grants to university research have to increase to be able to allow the universities to optimally strengthen their interpretative and theoretical research.

The manpower of the Foundation has, in the last 20 years, not changed in number nor in composition. The strong diversification of the workload (optical, mm) requires a more flexible way to hire people, to be able to relieve the overloading of the relatively older staff of the NFRA, and to be able to fulfil the new tasks asked for by the dynamical nature of science. If the financial and personnel means are not available, the Netherlands will miss some

unique chances to stay in the top of the world astronomical community. This, although both the observing facilities and the staff exist.

4.1.2. Report from the Program Committee

The Program Committee (PC) of the Netherlands Foundation for Research in Astronomy (NFRA) has the task to evaluate and allocate proposals for observing time on the Westerbork Synthesis Radio Telescope and the 25 m Dwingeloo Radio Telescope. Furthermore the PC monitors the scientific output of the NFRA telescopes.

The membership of the PC is given in chapter 6. From June 1st Dr. Robert Braun is the new secretary of the PC. Dr. J.M. van der Hulst was appointed new member succeeding Prof.dr. R. Sancisi.

The Board of the NFRA decided that two years after the date of the observation WSRT data become available to anybody interested, a move initiated by the PC. Before that time the original proposers of the observations have exclusive access. Users from the international astronomical community are encouraged to request data from the WSRT archive by submitting a request to the head of the Reduction Group (Toney Foley).

The PC also initiated a proposal to seek for an agreement between WSRT and the Australia Telescope regarding collaborations, e.g. joint north/south projects and mutual service observations.

4.2. Reports of the divisions

4.2.1. Telescope Group Westerbork

The Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) was extensively used for observations at 6, 18, 21, 49 and 92 cm wavelengths, both in line and continuum mode. As summarized in Table I in section 2.1. many frontend changes were required. Tables II and III in that section list the scientific program carried out in 1989.

4.2.2. Laboratory and Central Technical Services

Summary

The diagram (Fig. 2.2.12.) shown at the end of section 2.2. indicates that on the average 30% of the manpower of Laboratory and Central Technical Services went into projects falling within the UK/NL cooperation on La Palma and Hawaii. For the WSRT remains some 16% which went partly into the Multi Frequency Front End (MFFE) project and partly into the RadioAstron project.

The largest effort in 1989 went into the Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) for the JCMT. A prototype for this receiver was installed on the Dwingeloo telescope at the beginning of 1989. The debugging, however, did take far more time than expected with the result that the project has suffered a severe delay.

Work for submillimeter receivers for the JCMT has been reorganised in the middle of the year as a result of the departure of Ir. A. van Ardenne. After considering the advice of the millimeter astronomical community in the Netherlands it was decided to concentrate the future efforts on SIS imaging projects. It was, as a result, necessary to end the development work on Schottky mixers.

A milestone was reached with the RadioAstron project when in June the vibrations and EMC tests on a prototype receiver were conducted at ESTEC, Noordwijk, The Netherlands. The tests were successful and in August we started to contemplate the production phase of the engineering model.

In May the proposal for the new Multi Frequency Frontend for the WSRT was distributed and thoroughly discussed. The green light for the construction of a prototype frontend was then given.

The summer of 1989 saw the installation of a comprehensive CAD/CAE system at the Observatory. This system is based on CADNETIX, Touchstone and AUTOCAD software.

The upgrading of pcb manufacturing is well underway. We also experimented with computer assisted project planning techniques.

WSRT projects

At the beginning of the year a modification was implemented in the 92 cm WSRT frontends in order to improve the receiver noise temperature and double the bandwidth from 2.5 MHz to 5 MHz. The system temperature achieved is about 140 K.

Support to the WSRT from Laboratory and CTD was requested at various times, in particular for repairs of faults with the front-end receivers. Most of the equipment is now 15 years old and needs replacement.

Two projects for improving the WSRT system have received attention: the design and construction of a digital clock system and the design of a new controller for the dipole antenna rotators. This new controller will simplify the procedures for the calibration of the polarisation parameters of the array.

On the VLBI front the track density upgrade on the Mark III VLBI terminal started in December. For this operation which was conducted by Dr. Blaschke from MPIfR a number of boards had to be manufactured. As a result of the operation, Mark III VLBI astronomers will have to their disposal 12 x 28 tracks instead of the previous 28 tracks.

The proposal for the multifrequency frontend receivers considers frequencies from 250 MHz up to 8.65 GHz distributed in various bands which in general cannot be observed simultaneously. Table 2.2.1. shows the wavelength coverage together with the corresponding bandwidth and system temperature. After discussion of the proposal it was decided to build a prototype frontend which could be tested in Westerbork in an interferometer configuration.

A lot of effort was invested in the design of the cryostat which is the heart of the receiver. The 21-18 cm launcher is particularly important for the design as it determines the overall dimensions. Two launchers for this band have been ordered from ERA Technology, England. Problems with the proposed configuration, in particular with the double ridged waveguide output ports have arisen. The solution to this problem called for a new configuration which makes use of high impedance coaxial output ports followed by an impedance transformer. This has resulted in a sizeable delay in the project planning.

The design by the Technical University at Eindhoven of a triple feed for the bands of 92, 13 and 3.6 cm was completed before the summer. A prototype has been manufactured in Dwingeloo for testing in the antenna test facility of the University at Eindhoven.

In spite of the shortage in manpower considerable progress could be made with the design of the LO system for the frontends. As a result of the complexity of the frequency scheme, this system has become quite complicated. It will involve numerous frequency synthesizers to produce all the required LO signals. Most of the efforts have gone into testing the phase stability of various modules.

The development of low noise preamplifiers has been slow, as a result of manpower shortage. Therefore it has been decided at the end of the year to hire an extra technician. For the 13 cm band some assistance was received from the Technical University of Delft. At the end of the year a prototype low noise amplifier could be demonstrated.

For the cooling system for the frontends we are considering to use small SC compressors to feed the CTI 1020 cold end in order to save energy. Tests have been initiated in the Laboratory and at the WSRT to assess the reliability of such a scheme.

The RadioAstron 6 cm receiver, which is being designed and built at MPIfR and NFRA has progressed from prototype into engineering phase. In the summer a prototype could be tested at ESTEC for vibrations and EMC. During vibration tests shocks of 40 g amplitude and vibrations from 20 to 2000 Hz with 10 g amplitude are applied to the system. After each test the receiver properties were carefully measured and recorded. At the EMC test, the influence of external electromagnetic fields on the receiver and the radiation levels from the receiver were measured. Apart from the LNA, the receiver "survived" the tests, except for some minor problems. Useful information has been obtained for the design of the engineering model. According to plans the next model, the engineering model, will be delivered at the Space Laboratory in Moscow (IKI) at the end of 1990. This model will be accompanied by a complete test system.

Projects for La Palma and Hawaii (UK/NL cooperation)

Our contribution to the La Palma instrumentation consisted of the CCD camera controllers. The last CCD camera controller for the 4.2m William Herschel Telescope (WHT) was delivered in the first quarter of 1989. A complete documentation has been prepared which was delivered to the RGO at the end of the year.

The ASTRON contribution for the JCMT concerned millimeter frontend support and a digital backend project.

Millimeter Frontend receivers

Part of the work under this heading is to support to the existing 345 GHz Schottky diode receiver which was installed on the JCMT in 1987.

In the course of 1989 a number of mixers (harmonic and signal) were returned to Dwingeloo for repair. In parallel an investigation was carried out to understand the slow and steady increase of the noise temperature with time. It was concluded that leakages, however small, were causing molecules to freeze on the waveguide walls and hence to increase the waveguide losses.

Experiments with an improved Fabry-Perot diplexer have also been conducted in order to improve the mixer performances. Figure 2.2.7. shows the noise temperature with a goldplated grid in the diplexer. It indicates that a substantial improvement can be

achieved. The lowest double sideband receiver noise temperature measures 450 K.

The contract with ROE concerning the automation of the High Voltage Supply (HVS) for the carcinotrons ended at the beginning of the year when hardware and software were delivered to Hawaii. With this system it is possible to tune the whole receiver from the console without interfering with the HVS front panel.

The R and D work for a 470 GHz Schottky diode mixer ended in the summer. A DSB mixer noise temperature of 900 K (see figure 2.2.6.) has been achieved. A final report with the design specifications and the measured results was delivered to ROE. The 470 GHz mixer has also been investigated as harmonic mixer. Its performances have also been included in the end report.

The development of SIS mixers for a multibeam receiver for the JCMT encountered serious organisational problems when the project leader, Ir. van Ardenne, accepted a position elsewhere. Fortunately the state of the other millimeter frontend projects (Schottky diode mixer work mainly) was such that a choice could be made. Supported by the Dutch millimeter astronomical community it was decided to concentrate our efforts on the very promising field of SIS mixers. Ir. Woestenburger took over as a project leader for the imaging project. According to contract, NFRA will deliver a 3-beam mixer at 345 GHz to be tested on the JCMT. It is intended to be followed by a 2x4 beam system, depending on successful realization of the 3 beam system.

Cooperation with the SRON division in Groningen has been active already for some years on a more or less formal basis. This will be continued and possibly extended in the future. Details for a fruitful cooperation are being investigated.

The SIS junctions implemented so far in NFRA mixers are from Kent University. Several batches of lead junctions have been delivered to NFRA for implementation in the mixer. Until recently, unfortunately, the fragility of the junctions was such that none survived the manipulations. The handling of junctions was thoroughly investigated in Dwingeloo and found to be satisfactory. Of course accidents were also shown to occur. It became clear to us at the end of 1989 that the quality of the junctions delivered to RAL was superior (they were made for 230 GHz); samples received from RAL could without problems be implemented in our mixers.

Through collaboration with SRON and the Physics department of the University of Groningen NFRA hopes to obtain access to Niobium junctions developed there.

The last batch of lead junctions received from Kent University proved to be of a better quality, although the impedance was not optimal. Measurements in our mixer indicated a noise temperature (DSB) of 400 K at 350 GHz (see figure 2.2.9.). The use of a magnetic field to reduce the Josephson effects proved to be necessary. It was verified that heterodyne mixing was indeed taking place.

In parallel to the work on the mixer, efforts were also spent on the design and construction of several cryostats. Parts for a solid state LO system, based on a Gunn oscillator followed by a quadrupler, have been acquired. A complete phase locked LO system is presently being designed and constructed.

Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)

This project of a digital spectrometer with 2000 channels covering a total of 2 GHz for the JCMT was in 1989 the largest project in terms of manpower allocated.

A milestone was reached in February when a 1000 channel prototype autocorrelator was installed on the Dwingeloo telescope. This prototype was meant to be a very sensitive test bed for the DAS. It was built outside the contract agreement and will serve on the Dwingeloo telescope for a sky survey at 21 cm wavelength.

The test measurements showed very quickly unacceptable ripples on the bandpass which were attributed to the A/D converter. As a result of various delays, the A/D converter was still in a prototype form and hence suspect number one. In the summer the streamlined version of the A/D converter was installed and the tests repeated. They showed that the system had barely improved. Then followed a few months of very intensive search to understand and localise the faults. The fault pattern seemed to indicate crosstalk problems, in particular on the correlator board. The search was made difficult by the extremely low level of the events and their intermittent character. The problem could finally be identified as signal crosstalk between A/D converter and correlator board and an error in the reduction software. The Dwingeloo correlator could then be improved such, that the interference level in a 5 MHz video band showed to be a factor 5 below the rms noise for an integration time of 1000 sec.

A prototype of a filter module for the IF to Video Converter (IVC) system was already tested in the first quarter of 1989. While the bandpasses met the specification, unacceptably high levels of mixing products were measured. This problem was solved through a better layout. At the end of the year the IVC system was practically assembled. The control system including the OS9 and VAX software was also ready enabling the test of the completed system.

The design of the A/D converter needed a lot of effort. As soon as the prototype could be tested on a working correlator (in December 88), the converter showed its real problems, in particular unacceptable crosstalk. A better layout and improved stabilisation of the sampler reference levels have resulted in a unit which now meets the specifications. Tests at full bandwidth (160 MHz) have still to be performed on a test correlator system which is now being assembled in the Laboratory.

After the extensive debugging of the DWO testcorrelator in the second half of 1989, the green light was given for the production of all correlator boards. Placing and soldering the components on the board proved an extensive operation which was successfully farmed out at the end of the year.

In the mean time the design of the crossbar switch and backplane boards was completed. These boards are very complex 8-12 layers and have necessitated quite a long design time.

All in all these problems have caused the planning to be delayed substantially. It is now expected to have the DAS delivered to the JCMT in the spring of 1991.

SCASIS

SCASIS is a project in optical interferometry. Using a redundant pupil plane interferometer, fringes are observed, from which seeing corrected visibilities can be calculated. Those visibilities should finally allow to make high resolution images of astronomical objects that are not distorted by atmospheric turbulences.

The SCASIS team consists of J.D. Bregman, C.M. de Vos (both NFRA), U.J. Schwarz, and A.P. Rao (both Kapteyn Lab.). In 1989 a number of major results were obtained. In February 1989, the first observations were taken with a new interferometer, in the GHRIL on the 4.2m William Herschel Telescope. Due to the limited time available, only a few observations could be made. Fringes were found on baselines up to 0.8 meter, with a poor seeing of 6 to 3 arcsec. Over 5 sec, closure phases have an RMS scatter less than 5 degrees. A point source reconstruction was made for a bright stellar object.

In december 1989, a second set of observations was made, carried out by Bregman, Schwarz, de Vos, Wouts (Kapteyn Lab.) and Boxma (NFRA). Although definite results cannot yet be given, this session was really successful. Observations were made in single and dual channel mode. A number of narrow double stars (down to 0.2 arcsec, 5.8 magnitude) was observed in 20 nm bands at 480 nm and 632 nm, both with the Intensified TV and the IPD (which produces photon positions in digital format). The symbiotic star EG And (7.5 magnitude) was observed with the IPD in H α with a 1 nm line and a 20 nm continuum channel. For these observations, the corrections found for the broad continuum will be applied for the line channel. Figure 2.2.10. shows some preliminary results.

Miscellanea

In addition to the work reported in the previous section NFRA rendered miscellaneous services.

NFRA has delivered to SRON a second CCD camera controller to be used in their Laboratory, in an investigation of CCD X-ray detectors.

Correlator boards, like the one used in the DAS, have also been delivered to Observatories abroad: Onsala Space Observatory, Haystack Observatory, The Five College Observatory and the Lincoln Laboratory. All boards, of course, use the correlator chip developed by NFRA. Correlator chips of NFRA design have also been purchased by IRAM, Meudon Observatory, University of California at Berkeley and Interferometrics.

Infrastructure

We have installed a comprehensive CAD/CAE system, comprising electronic schematic capture and simulation, both digital (CADAT) and analog (SABER), and pcb layout design (Dazix/Cadnetix), as well as for microwave circuits design, simulation and artwork (Academy/Touchstone/Micmask) and mechanical drafting (Autocad). The system was chosen for its integration on a common database for reasons of documentation and uniformity, its capability of serving a larger number of PC's as entry stations and its capability of sharing much of the system hardware for a variety of functions and last but not least for its powerful functionality.

Renovation of our print manufacturing facilities is well under way. We will be able to produce and handle prints and microstrip substrates safely and under optimal conditions of cleanliness.

4.2.3. Computer Group

4.2.3.1. Summary

This year the VAX11/750 and the VAX11/780 were replaced by a cluster of two MicroVAXes 3400. At the same time seven tape drives were replaced by two dual-density ones and a WORM type optical disk drive. Getting the new systems running with all peripherals turned out to be quite a struggle.

The design was started of a completely new package for standard archiving and processing the WSRT data. The new software will make use of facilities of the archiving and de-archiving software developed for the La Palma observatory. Some progress was made with the development of the software to control the Dwingeloo Autocorrelator System (DAS), the future main backend of the JCMT.

Klaas Stuurwold left for a two-year secondment to La Palma in February and Johan Hamaker returned from Hawaii in the summer. Ger van Diepen and Peter van der Velde were in La Palma the entire year. This means that the computergroup had 3.5 people working abroad, while Wim Brouw is still chairman of the NFRA management.

The distribution of the computer group's manpower over its various activities is shown in table 2.3.1. An exercise to plan the work of the group for the next few years shows that there is a precious small amount of resources for new developments in the next year.

4.2.3.2. Westerbork computers

Hardware and System. Apart from the addition of 1 Mbyte of memory and a diskdrive and the purchase of a PDP11/53 to replace the old LSI11/23 telescope computer, no major new developments took place. Restructuring the software to make it better maintainable and less dependent on the operating system continued. No decisions were made as yet with respect to a future computersystem.

Real-time software. A new interactive and user-friendly control of all real-time tasks was commissioned this year. It includes writing a compact catalogue entry for each observation, which facilitates the specification of later observations of the same object at other baselines.

The maximum bandwidth for 92 cm observations was increased from 2.5 to 5 MHz. A number of new observing modes was added to the observing possibilities. Among these is a mosaicking mode in which a grid of positions is observed within one observation.

Off-line software. In this category the efforts were mainly aimed at checking of input and consistency of observing parameters, analysis of calibrator observations, rapid detection of instrumental failures and malfunctions, and, in general, at the improvement of the portability of programs. In addition, the analysis programs for pulsar observations were expanded with some new features.

Assistance to the WSRT operations. In a number of instances the software group assisted in finding hardware problems. In a project to first locate the largest deviations from the ideal parabolic shape of one of the telescopes by holographic measurements, then to remedy those deviations mechanically and finally to check the results of that action, the collaboration was a particularly close one.

4.2.3.3. Dwingeloo computers

Computer hardware. In August a cluster of two MicroVAXes 3400 was installed to replace the VAXes 780 and 750 that were in use before. The μ VAX cluster has 1.4 Gbytes of diskstorage on the DSSI busses and 1.6 Gbytes on the Q-busses, two dual-density (1600/6250 bpi) tape drives and a WORM type optical diskdrive for 12" disks with a capacity of 2.3 Gbytes (double-sided). The DeAnza display unit and the QMS plotter were transferred to the cluster from the VAX 780. The Alliant mini-super computer is connected to the cluster via a VMS/Ultrix software bridge. Most of the heavy computing is performed on the Alliant while the μ VAX cluster hosts virtually all software development, the standard archiving and processing of WSRT observations and all general purpose use.

Operating Systems. The transition from version 4 to version 5 of VMS was made in April on the VAX 11/780 in order not to burden the installation of the μ VAX 3400 cluster with the complication of a brandnew operating system. Later in the year Concentrix version

5.0.0 and DNX version 3.0.0 were installed on the Alliant without significant difficulties.

NFRA software. Work on the restructuring of the DWARF infrastructure with the aim to make the system portable was intermixed with work on the image display software. A somewhat more rigid version of the MIDAS IDI (Image Display Interface) routines was implemented to replace the old interface routines to the DeAnza. In combination with the set task-to-task utilities developed this revision makes it possible to run a data processing application in one computer (the Alliant for instance) and the image display programs in another.

Development of the redundancy and selfcalibration package was fairly slow this year. Research and experiments have been set in motion to apply the method also to observations of linear and circular polarization of sources.

A complete and thorough revision of the standard archiving and data reduction package for WSRT observations was started in the last quarter of the year. Since new observation modes and future new equipment will very likely require different data structures, the development of the new package is expected to take some time.

4.2.3.4. WSRT data processing

Standard archiving, calibration and reduction. This process, which runs on the Dwingeloo VAX computers (formerly on the VAX 11/750, now on the μ VAX 3400), proceeded more or less normally during most of the year. Obviously, the problems with the installation of the 3400 cluster caused some extra backlog and a lot of frustration of the people carrying out the work. However, neither this nor the extra difficulties of correcting the 92 cm observations for ionospheric instabilities led to unacceptable situations.

Mapmaking and analysis in Groningen and Leiden. The program LINEMAP, which used to be the standard program to produce maps of WSRT fields, has virtually become obsolete. In Leiden it can still be run on an IBM computer, but hardly anybody is able to maintain the program any more. For this reason most mapmaking and further processing in Leiden is done using AIPS or with the mapprocessing programs developed in Dwingeloo and adapted to run on the CONVEX mini-super computer. An Alliant computer with virtually the same configuration as the one in Dwingeloo is available in Groningen. There, the Dwingeloo mapprocessing developed for the redundancy/selfcalibration package is used. Further processing of most of the observations is done with GIPSY.

4.2.3.5. UK/NL development projects

Archiving and de-archiving data of UK/NL telescopes. The second phase of the development of software for the archive of data from the Isaac Newton Group of telescopes on La Palma, Canary Islands, was completed with the publication of a users' manual for querying the Observations Catalogue of the archive. The astronomical use of the archive saw a marked increase after this event. In the mean time the loading of data into the archive proceeded normally.

At the request of the ROE developments were started to make the La Palma Archive software more generally applicable. In a collaborative effort between the ROE and the NFRA software is being developed and adapted to archive data from UKIRT and the JCMT. The NFRA part of this work was virtually completed this year. As a result of the generalization of the software it also becomes usable for the archive of WSRT observations (cf.4.2.3.3.).

D-task for the JCMT Digital Autocorrelation Spectrometer. Progress on this project suffered severely from the non-availability of proper specifications of requirements. In an attempt to clear up some of the uncertainty Hans van Someren Gréve spent a week in Hawaii in the summer. Promises to produce specification notes on various aspects of the software in the fall could not be kept by the staff in Hilo. In the mean time some progress was made with the parts of the software depending only or mostly on the correlator hardware.

High resolution Optical work. After the completion of phase 1 of the GHRIL project the NFRA is less involved in the operation of the facility. Nevertheless still some hardware and software developments were carried out in Dwingeloo. In addition NFRA staff are involved in an advisory role.

4.2.3.6. Operations of the La Palma and Hawaii observatories

Three members of the computer group were seconded to La Palma this year and one completed his secondment to Hawaii in the summer. Of the three La Palma people one, Peter van der Velde, is in his fifth year and shows no signs of wanting to return to the Netherlands. Apart from the programming and system management work he spends a fair amount of his time on general services to the observatory. Ger van Diepen started his tour in 1988 and will complete it in 1990. He is involved in a number of aspects of the software. Partly as a result of his involvement with the La Palma archive he managed to improve the consistency and the quality of the production of the archived data considerably. The third person seconded to La Palma is Klaas Stuurwold, normally the Dwingeloo hardware system manager. On La Palma he does mostly computer maintenance. In addition he also acts as general technician for various instruments. He will complete his two-year tour early in 1991.

Johan Hamaker returned from Hawaii in the summer after a period of three years with the JCMT. The last couple of years, in particular, he attempted to restructure the JCMT ADAM software in a major way. Unfortunately he did not manage to get the system 03 accepted as the basis onto which future JCMT software would be built. A combination of pressure from the users, unwillingness of the JCMT astronomical staff to recognize the virtues of a better maintainable software system over short-term capabilities of the current system, and inability of Hamaker to complete the system in the time available led to the decision to abandon the project altogether.

4.2.3.7. Research

Calibration research. A small amount of research on the influence of the ionosphere on radio-astronomical observations was carried out this year by Spoelstra, partly in collaboration with Yang Yi-pei from Beijing Observatory. The results were presented at the IAU/URSI symposium on Radio Astronomical Seeing.

Optical interferometry in Space. The ESA Space Interferometry Study Team, of which Noordam is a member, studied the possibilities of realizing an optical interferometer in space. The report of the SIST recommends to aim for a mission around the year 2010, comprising an array of 10 to 15 telescopes on a structure with a dimension of the order of 20 - 200 meters.

4.2.3.8. General services and miscellaneous activities

Co-ordination of WSRT VLBI observations. The head of the WSRT data reduction group spends part of his time handling the WSRT end of all VLBI runs in which the WSRT partakes.

Project management of a network of workstations to make astronomical databases and software packages available nationally. A four-year project was funded by the Ministry of Science and Education to buy glass and film copies of the Palomar Sky Survey for digitization upon request, to install workstations for image processing at all astronomical institutes and to purchase optical diskdrives for storage of databases. In addition some money is available for software development. One of the members of the NFRA computergroup manages the project.

Radio interference. Spoelstra is one of the two NFRA staffmembers heavily involved in the national and international efforts to attempt safeguarding frequencies for radio-astronomical use. This is a task that requires a good deal of travelling and serving on committees.

Remote observing. The SERC Steering Group for the Remote Use of Overseas Telescopes spent several years trying to find ways and means to realize practical and acceptable forms of Remote Observing. It now looks as if a number of practical tests can be carried out with the UKIRT telescope, making use of a fixed cable connection between Hawaii and the ROE.

4.2.4. Astronomy Group

General

The composition of the astronomy group, with three permanent and three temporary post-doctoral members, did not change during the year. Dr. Lowell Tacconi-Garman was a valued guest at the institute all year. Medium term (from 2 to 6 month) visitors included N. Rendong, W. Tongshan and A.G. Willis. A much larger number of visitors passed through Dwingeloo to collaborate on research projects, give colloquia or discuss astronomical matters. Four summerstudents from Italy, Poland, Scotland and the U.S.A. (from a total number of applicants of 30!) worked with group members on a variety of research projects for a period of about 3 months.

Regular contact with astronomers at Dutch universities was upheld by most of the astronomers. De Bruyn, Strom and Schilizzi acted as co-promotor for the theses of G. Stirpe, H. Greidanus and R. Vermeulen which were successfully defended at Leiden University in the fall of 1989. De Bruyn and Schilizzi remain active as supervisors of three other Ph.D. students in Leiden and Groningen.

The research endeavours of the group members, as well as that of R. Braun, the new telescope astronomer in Westerbork, are detailed elsewhere in this volume, and so are publications, colloquia, conference visits etc.

A considerable sink of time, not usually listed in detail, is the work done in committees, proposal evaluation, refereeing of articles etc.

Service tasks

a) Preprints

De Bruyn coordinated the production and distribution of preprints. A total of 12 preprints and 2 theses were distributed via the NFRA in 1989.

Most users of NFRA facilities at Dutch universities now distribute their preprints via their own institutes.

b) WSRT support

De Bruyn continued supervising the flux calibration of the WSRT and spent time to update the list of calibrators at 6, 21, 49 and 92 cm. All calibrators in use are extremely stable, to better than 1%, with the exception of 3C48 and 3C147 which have shown small 1-2% changes at 6 and 21 cm. De Bruyn also assisted outside users of the WSRT redundancy/selfcalibration software package. With Braun and a summer student test for mosaic observing with the WSRT were conducted. With van Someren Gréve, Brouw and Noordam some progress was made to enable higher quality circular polarisation observations.

c) Colloquia

Baum organised a very good series of colloquium speakers.

d) mm-support

Tacconi assisted Bos with testing of the DAS on the Dwingeloo telescope and acted as mm-liaison between astronomers and the technical staff.

e) Computing support

Baum installed the October 1988 version of AIPS on the VAX. Tacconi was responsible for the arrival and installation of the DRAWSPEC line reduction package on a newly acquired TANDON PC.

f) Various

De Bruyn and Tinbergen coordinated the Interacademic lecture series on Observational techniques in the radio and optical windows that was held in Amsterdam. He also supervised practical work in Dwingeloo for a few pairs of students from Leiden and Utrecht and organised a 1-day series of talks in Dwingeloo for engineers on recent developments in radioastronomy. Strom coordinated the binding of library journals.

Future projects

Strom is a member of the new Multi-Frequency Frontend taskgroup. He wrote several memos on the future calibration, in particular on those aspects relating to the polarization calibration.

Schilizzi remained active in the area of both national and international VLBI developments. Part of the EEC support for the new European VLBI correlator has gone into the development of a new recorder system by Penny and Giles, a project with which he is closely associated. Schilizzi is a member of various committees furthering the international cooperation in space VLBI (Radio-astron, VSOP). He also coordinated the submission of a new proposal to ESA to build a new (international) VLBI satellite (IVS).

5. ASTRONOMICAL REPORTS

5.1. REPORT OF WORKING GROUP SUN AND STARS

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

Secretary: Dr. G.J. Savonije

5.1.1. Research financially supported by ASTRON

- 782-371-019: Prof. dr. E.P.J. van den Heuvel, Prof. dr. J.A. van Paradijs: *Properties of neutron stars*. Graduate student: Drs. E. Damen.
- 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.
- 782-371-028: Prof. dr. J.A. van Paradijs, Prof. dr. M. Kuperus, Prof. dr. E.P.J. van den Heuvel, Dr. M.B.M. van der Klis: *Study of the structure and dynamics of the inner parts of an accretion disk around a weakly magnetized neutron star*. Postdoctoral fellow: Dr. H.G. Burm.
- 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 Fotometer for eclipse mapping of accretion disks in cataclysmic variables*. Postdoctoral fellow: Dr. R.G.M. Rutten.
- 782-371-035: Dr. A. Achterberg: *Dynamics of slender fluxtubes in accretion discs and jets*. Graduate student: Drs. G.P. Schramkowski.
- 782-371-036: 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: *Fysics of variable wind structure of early type stars*. Graduate student: Drs. L. Kaper.

5.1.2. HIGHLIGHTS OF SOLAR AND STELLAR RESEARCH

Edited by G.J. Savonije and W. Boland

5.1.2.1. Miscellaneous projects

5.1.2.1.1. Stellar seismology (H.R. Butcher, KSW)

E.M. Pottasch (ASTRON/RUG) helped the technical staff in Roden prepare the KSW stellar seismometer instrument for its first observing run in Chile, which took place in May. The instrument was installed in a temperature controlled room in the ESO 3.6 m telescope building, and was fed by an optical fiber. Prior to using the 3.6 m on a star, the Sun was observed using a small, portable solar telescope to demonstrate the instrument's performance on a source with known oscillation signal. The level of system noise was found to be 11 m/s per integration time of 50 sec, with several possibilities for improvement. The star α Centauri could be observed with the 3.6 m for a few hours only, because of cloudy weather and poor seeing. Upon return to Roden, the data from the run were analyzed, and the instrument was improved in preparation for a second run in April 1990.

5.1.2.1.2. Stellar photometry (J.W. Pel, RUG, J. Lub, RUL)

J.W. Pel continued his work on stellar photometry obtained with the Walraven VBLUW photometer and the 90 cm Dutch Telescope at ESO, La Silla. Most efforts this year were related to the programme of metallicity determinations for F-G stars in Basel halo fields. During two observing runs in October-December additional VBLUW observations were made in Selected Area 94 by Ch.F. Trefzger (Basel) and by O. Kolkman (student RUG). The data in SA 94 are now complete down to the same magnitude limit ($V=14.7$) as in the Galactic South Pole field, SA 141. The main conclusion is, that the distribution of $[Fe/H]$ as a function of distance from the galactic plane probably requires the presence of a third stellar component, in addition to the disk and halo populations. This is further evidence in support of the "thick disk" advocated by Gilmore and others.

Monitoring with the VBLUW photometer of the LMC supernova was stopped halfway the year, when the star faded to beyond the limit of the Dutch Telescope, at about $V=15$ mag. The supernova data for the period May 1987 - March 1988, analyzed by Kolkman and Pel, still show the large deviations from a blackbody energy distribution in the near ultraviolet that were reported earlier from VBLUW data for the first 200 days after the outburst.

Since 1983 a long list of Leiden students have been involved in a project to use the Dutch 90 cm lightcollector at La Silla, equipped with the Walraven VBLUW photometer, for precise measurements of all stars within the accepted boundaries of nearby associations which have a finite possibility of being member. During a visit of E. de Geus to Leiden in June and July 1989 the

final catalogue of photometric data was prepared for publication. The photometric data for the known members of the Sco-Cen association have meanwhile been used for a thorough restudy of the stellar content of this association (distance about 145 pc) by de Geus, de Zeeuw and Lub (RUL). From main-sequence fitting improved ages were derived for the different subgroups and measurements of interstellar absorption were used to study the relation between stars and interstellar matter (e.g. in the Ophiuchus region). In collaboration with M. Grenon (Obs. de Geneve) a programme for photometry of A, F and G stars from the Hipparcos input catalogue, which were lacking accurate photometry, was prepared. This catalogue was delayed by the well known problems encountered with the satellite orbit, but as the prospects for a succesful termination of the mission have been brightening, publication is expected soon.

5.1.2.1.3. Light scattering in planetary atmospheres (J.W. Hovenier, VU)

P. Stammes (VU) concluded his theoretical and experimental studies. The results were reported in his thesis, entitled "Light scattering properties of aerosol and the radiation inside a planetary atmosphere". C.V.M. van der Mee and J.W. Hovenier (VU) made a comprehensive study of expansion coefficients in polarized light transfer. A variety of equalities and inequalities for several types of expansion coefficients were derived. P.B. Bosma, J.W. Hovenier and M.H.H. van Dijk continued their interpretation of Pioneer 10 data of the zodiacal light in terms of finite cloud models. A simple method for calculating the H-matrix for molecular scattering was derived and published by W.A. de Rooij, P.B. Bosma and J.P.C. van Hooff.

5.1.2.2. *Stellar wind losses and the outer layers of stars*

5.1.2.2.1. Numerical study of stellar wind losses (A.G. Hearn, RUU)

F. Pijpers (ASTRON/RUU/RUL) has extended his research into mass loss and dust formation in long period variables and other late type giants and supergiants. He has applied the linearized theory of sound wave driven mass loss of Pijpers and A.G. Hearn to the M supergiant VX Sgr. High spatial resolution observations of the SiO, OH and water masers show that the velocity of the wind from VX Sgr increases slowly to 18 km/s at 87 stellar radii. This is quite inconsistent with a purely radiative driven wind with dust formation which always has a very rapid acceleration to the final velocity. Pijpers has shown that reasonable agreement with the observations can be obtained with models for the wind driven by short period sound waves or shocks. Koninx and Hearn have extended the linearised theory of sound wave driven mass loss of Pijpers

and Hearn to include radiative forces acting on the wind resulting from the absorption of photospheric radiation. This work involves combining the linearized theory of sound wave driven mass loss with the Castor, Abbott and Klein theory of radiative driven mass loss from hot stars. This combined theory is being used to attempt an explanation of the dense, low velocity wind from the equatorial regions of Be stars deduced by R. Waters from the interpretation of infrared observations with the IRAS satellite.

5.1.2.2.2. Coronae, atmospheres and mass loss from stars (H.J. Lamers, RUU)

H.J. Lamers and M.A.T. Groenewegen (RUU/SRON) studied the winds of O-stars on the basis of UV spectra by means of a detailed comparison between the profiles of UV resonance lines and line profile calculations with the SEI method. They found that the terminal velocities of the stellar winds are 40% smaller than predicted with the most sophisticated radiation driven wind models. This discrepancy indicates that either the models are inadequate or that the masses of the O-stars predicted by evolution theories are too large. These authors also found large discrepancies between the predicted ionization in the winds of O stars and the observations. They showed that this discrepancy can be used to derive the amount of hot (10^6 K) gas produced by shocks in the winds. The highly unstable Luminous Blue Variables (LBV's) were studied by Lamers, de Koter, Hoekzema, Van Genderen, Cassatella (Madrid) and Humphreys (Minneapolis). They determined the distance of the LBV star AG Car by means of four independent methods. All methods indicate a distance of 5-7 kpc, which is much larger than the canonical value of 2 kpc. This implies that AG Car cannot have been a red supergiant and that its ring-nebula must have been ejected previously in the LBV-phase. De Koter and Schmutz (Boulder) are developing a sophisticated computer code to calculate the structure of the expanding atmospheres of LBV's and the emergent spectrum.

The evolution and mass loss from low mass post-AGB stars was studied by Lamers, Trams, van Hoof, Waters (London, Ontario), Waelkens (Leuven) and van der Veen (ASTRON/ROE). They found that the mass loss from these stars affects the evolution drastically and that the resulting evolution time from AGB to Planetary Nebula is 10 to 100 times shorter than previously assumed. This explains the existence of low luminosity Planetary Nebulae. Detailed studies of a few post-AGB stars show very low metallicities, indicating that these stars are originally of mass less than $1 M_{\odot}$.

5.1.2.2.3. Intrinsic variability of radiation driven winds (H.F. Henrichs, UvA)

L. Kaper (ASTRON/UvA) and H. Henrichs (UvA) studied the origin and behaviour of the observed variability in radiation driven stellar winds. They obtained simultaneous observations in the ultraviolet

(IUE) and optical (Calar Alto and Kitt Peak) part of the spectrum to study the so called discrete absorption components which cause time variability in the P-Cygni profiles of resonance lines of Si IV, C IV and N V. In collaboration with G. Hammerschlag-Hensberge and R. Takens (UvA), Kaper investigated the phase dependent variability in the UV spectra of the massive X-ray binary 4U1700-37.

5.1.2.2.4. Sun and Solar-type Stars (C. Zwaan, RUU)

M.P. Brouwer (student RUU) and C. Zwaan completed a draft paper reporting the successful attempt to trace the clustering in sunspot appearances at the solar surface and in time by a mathematical clustering technique. This technique will be applied to a large sample of sunspot data in order to find large-scale patterns in solar activity. L.H. Strous (RUU) started his thesis investigation by a half-year stay at Lockheed Palo Alto Research Laboratory (LPARL), USA. His study is a part of a LPARL-Utrecht collaboration on observational magneto-hydrodynamics, using the best solar high-resolution data obtained from space or at the Swedish Solar Observatory at La Palma. Presently Strous concentrates on the emergence of small magnetic bipoles into the solar atmosphere.

The study of magnetic activity in late-type stars profits from the nearness of the Utrecht doctors C.J. Schrijver (now at ESTEC) and R.G.M. Rutten (now postdoc at Roden), who occasionally come to Utrecht to collaborate with each other and with Zwaan and students. One of the products is the completion of the study of the "basal fluxes", i.e. chromospheric radiative fluxes that are not associated with magnetic activity. This Utrecht concept was readily accepted by the rest of the world, but among (former) Utrecht researchers it remained a matter of discussion. That debate seems to be finished now: the basal fluxes are real for the chromosphere, and their (small) magnitudes are now carefully estimated.

C.H.N. Heesakkers (student RUU) has noted that the UV magnitudes and colours for late-type stars (as measured by the satellite ANS in the seventies) may yield interesting clues on binarity and on magnetic activity. Presently she is determining quantitative relationships.

5.1.2.2.4. Radiative transfer in solar atmosphere/chromosphere (R.J. Rutten, RUU)

R.J. Rutten, H. Uitenbroek and J.H.M.J. Bruls (all RUU) continued their studies on radiative transfer diagnostics of the solar temperature minimum region between photosphere and chromosphere. Rutten and Uitenbroek developed a scenario to explain dynamical phenomena seen in quiet-cell interiors in the Ca II H and K lines and the 160 nm UV continuum. It led to an extensive observing programme with the Swedish Vacuum Refractor on La Palma in

cooperation with P.N.Brandt (Freiburg) and G. Scharmer (Stockholm) which will start early in 1990. The scenario rests on NLTE-PRD computations with Uitenbroek's extension of the Scharmer-Carlsson operator perturbation method. Uitenbroek reformulated his PRD extension into a comoving-frame adaptation which enables very fast dynamic modelling of the Ca II lines in full detail for the first time. The scenario predicts that stand-off shocks occur as periodic phenomena in supersonic downdrafts in the lower chromosphere. The observations are intended to show the cause of these downdrafts and their spatial dependence of the photospheric flow patterns.

Rutten worked together with M. Carlsson (Oslo) on digital spectra of the solar granulation taken with the Swedish Vacuum Refractor on La Palma. They have the highest spatial resolution ever obtained and show intriguing differences in the response of Fe I and Fe II lines that provide strong constraints to the numerical simulations presented in the proceedings of the solar and stellar granulation NATO Advanced Research Workshop (edited by Rutten and Severino) which appeared in 1989.

5.1.2.3. Plasma astrophysics and magnetohydrodynamics

5.1.2.3.1. Radiolobes of Cygnus X-3 (A. Achterberg, RUU)

A. Achterberg (RUU/NWO Huygens fellowship) constructed a model for the extended radiolobes of Cygnus X-3. In this model, the lobes are bubbles blown into a dense interstellar medium by the cumulative energy of bursts in Cygnus X-3. One can construct a self-similar solution for the expansion of the bubbles. From the mean luminosity of the burst (about 10^{37} erg/s) and the observed linear size of the extended lobes (0.3 pc) he calculates an age of the lobes of 2000-3000 years. The expansion velocity is about 200 km/s. In order to maintain the observed synchrotron luminosity at radio wavelengths, about 1% of the energy invested into the lobes has to be used to (re)accelerate relativistic electrons with energies around 1 GeV to compensate for synchrotron losses. This can easily be accomplished by the process of shock acceleration at the outer shock which encloses the extended lobes.

5.1.2.3.2. Magnetic fields in solar-type stars (P. Hoyng, SRON)

In collaboration with Hoyng and Zwaan, J. van Geffen (ASTRON/RUU) continued his study of non-steady, stochastic excitation of global magnetic modes in turbulent solar-type dynamos. One of the major aims is to find the coherence time or, equivalently, the phase stability of the modes. Of particular interest is the phase stability of the fundamental mode (for the Sun this is the 22-year cycle). In 1989 a study on a simple (and physically unrealistic) dynamo model was completed and accepted for publication. The solution of this model will be used as a test case to validate the

numerical code which is necessary to solve the problem for more complex dynamo models, such as the solar dynamo. The selection of the appropriate mathematical and numerical technique(s) has been finished, and actual code writing had started by the end of 1989.

5.1.2.3.3. Coronae of accretion discs (M. Kuperus, RUU)

Kuperus investigated the development of concentrated electric currents in bipolar magnetic regions. The shearing of a force free magnetic arcade results in the increase of a line current which is situated along the magnetic neutral line and kept in balance due to the magnetic mirror force similar as in the Kuperus-Raadu model for prominence support. In the case of a constant α force free arcade it is found that the height of the filament first slowly increases while at large shear an explosive increase in the height of the current occurs. The sign of the current is in the same sense as in the Kuperus-Raadu model when the external magnetic flux through the current filament circuit increases, while the current is in the sense of the Kippenhahn-Schlüter model when the external flux decreases. This model of magnetic energy build up in concentrated current filaments will be applied to the solar corona as well as to the coronae of black hole accretion disks.

Kuperus together with Ossendrijver studied the evolution of magnetic structures in accretion disks in order to find the basic structure of disk coronae. It was found that buoyant magnetic fields on their way to the disk surface undergo a strong tilt thus emerging with a large radial component. Small scale magnetic structures in the so called even dynamo may grow to large scale magnetic structures in the disk corona due to magnetic reconnection of the radial field component. The scale of the coronal structures mimic the scale of the alternating disk spiral field rather than the disk thickness as is frequently assumed by fiat.

Kuperus together with A. Pijters (student RUU) continued their study of the interaction of disk coronal loops in the inner parts of an accretion disk with magnetic field of an old neutron star following the idea of Stollman and Kuperus of powering disk coronal structures by periodically moving the loops back and forth with a beat frequency. It has been suggested that this effect may play a role in the explanation of Quasi Periodic Oscillations in low mass X-ray binaries. The model is checked on its electrodynamic consistency. Van Oss finished a study on the behaviour of accreting magnetic fields near the horizon of a rotating black hole using the methods developed by Thorne et al. of treating the horizon as a stretched membrane. Circuit theory seems an adequate tool in elucidating magnetohydrodynamic processes under such strongly relativistic conditions.

5.1.2.3.4. Electrostatic double layers (J.M. Kuijpers, RUU)

Electrostatic double layers (DLs) can play an important role in particle acceleration in cosmic magnetic explosions or so-called flares. Possibly they also occur in the radio pulsar magnetospheres. Therefore, the radiation properties of such DLs are important as a diagnostic tool. As a first step Kuijpers has calculated the radiation generated by a stationary non-relativistic DL. It was found that such a DL is a strong source of radiation in the radio frequency domain. Two coherent radiation processes occur in DLs: In the laboratory a DL can emit intense radiation by the antenna mechanism at a wavelength much larger than the dimension of the DL. This may be relevant to the observed radiation in the lab. In the cosmos a maser version operates to emit intense radiation with brightness temperature up to 10^{26} K. The process is therefore of interest for intense radiation from explosions in X-ray binaries and flare stars. As a next step M. Volwerk (ASTRON/RUU) has studied the relativistic extension of the DL description and the wave guide properties.

5.1.2.3.5. Solar prominences (J.M. Kuijpers, RUU)

Kuijpers developed a new model for solar prominences which is based on recurrent reconnection in coronal magnetic fields anchored in a converging flow. In contrast with the existing models the present model is essentially non-steady and agrees well with recent observations. Although prominences are usually studied in the solar context it now appears that similar structures, on a much larger scale, appear in other stars as well. Theoretically it is expected that they also occur in coronae surrounding accretion disks. The application of magnetic flares has been extended by Kuijpers to accretion onto magnetized compact objects. Volwerk, Kuijpers and M. de Vries (ASTRON/RUU) showed that accretion in a disk around a stellar-mass black hole also leads to exploding currents (flares) and not to stationary electric circuits.

5.1.2.4. Binary systems and compact stars

5.1.2.4.1. Numerical simulation of the evolution of HR-diagrams of star clusters and associations (E.P.J. van den Heuvel, UvA)

S.J. Hogeveen (ASTRON/UvA) continued his work on this project, in which the effect of binaries on the evolution of HRD's is investigated. He completed the analysis of the selection effects that affect the observed distributions of the physical parameters (masses, mass ratios, separations) of visual and spectroscopic binaries, with the aim to reconstruct the real distributions of these parameters.

E. Meurs and E.P.J. van den Heuvel completed a study of the expected number of evolved close binary systems in the Galaxy.

Some of the surprising results which they obtained are: some 20.000 massive early type stars (earlier than B2) are expected to have a neutron star companion; more than half, and probably even more than 75% of all supernovae occur in components of binaries that underwent mass transfer. A similar analysis for stars of type later than B2, carried out by R. Waters, O. Pols, J. Cote, and S.J. Hogeveen showed that very many B-type stars are expected to have white dwarf companions.

5.1.2.4.2. Observations of X-ray binaries and cataclysmic variables (J.A. van Paradijs, UvA)

In 1989, a substantial part of the study of X-ray emission from compact stars was based upon observations obtained by the Japanese X-ray satellite Ginga. This research takes place in collaboration with the group of W. Lewin of the Center for Space Research of MIT. Penninx and van Paradijs visited the Japanese Institute for Space and Astronautical Science (ISAS) to participate in Ginga observations of low mass X-ray binaries. A remarkable result was the discovery that the orbital period (11 min) of the ultra compact X-ray source 1820-30 in the globular cluster NGC 6624 decreases. This seems in conflict with the standard evolutionary model for this type of systems. The study of X-ray bursts in collaboration with the MIT group (EXOSAT data) was continued. From a comparative analysis of spectra during and in between X-ray bursts of the source 1636-53 it was concluded that the accretion disc is thin near the neutron star, with an opening angle smaller than 5° , and that the disc does not radiate as a black body. During outbursts the photosphere of the neutron star expands as a result of increasing radiation pressure when the X-ray luminosity reaches the Eddington limit. Unfortunately, it proved impossible to determine the gravitational redshift at the surface of the neutron star from the time evolution of the apparent brightness during outburst. Good progress was made with the analysis of optical spectra of cataclysmic variables and low mass X-ray binaries obtained with the WHT on La Palma. Van Paradijs finished a series of papers in collaboration with P. Charles (La Palma), K. Mason (Mullard Space Sc. Lab.), P. Callalan (Oxford) and B. Hassall (Cambridge). S.J. van Amerongen, Kuulkers and Van Paradijs finished a study of the eclipsing dwarf nova Z Cha. They showed that the absence of significant long-term brightness variations during quiescent periods in between outbursts are (probably) not caused by opposite, cancelling variations of the accretion disc and the white dwarf. In collaboration with Augusteijn and Schwarz (ESO) the rotation period of an accreting white dwarf in the intermediate polar 3A0729+103 was measured accurately. The period appears to decrease on a timescale of about half a million years. Because the white dwarf's magnetic field has been determined independently, it could be checked that the measured spin up is consistent with standard accretion models. R. Wijers (UvA) reconsidered, in collaboration

with F. Verbunt (RUU) and H.G. Burm (ASTRON/CHEAF), the evolution scenarios of the X-ray pulsars Her X-1 and 1626-67. They concluded that these two pulsars cannot have been formed by accretion induced collapse of a white dwarf.

5.1.2.4.3. Low mass X-ray binaries and Quasi Periodic Oscillations (M. van der Klis, UvA)

Research started in 1988 by Hasinger (MPI, Garching) and van der Klis into the relation between rapid X-ray variability (including quasi periodic oscillations) and X-ray spectra of low mass X-ray binaries (LMXB's) led to the conclusion that there exists, in addition to the earlier identified Z sources, a second population of LMXB, now called 'atoll' sources. An extensive paper on this subject was finished and has been published. There are strong indications that Z and atoll sources have gone through a different evolutionary history. Research into this matter, and into the effects this could have had on, e.g. the neutron star magnetic field strength, has started in collaboration with Verbunt. Investigations into the observable properties of the atoll sources continue. A surprising result has been that the properties of the X-ray bursts emitted by many atoll sources are well correlated with X-ray spectral and fast variability behaviour, and correlate better with these characteristics than with X-ray intensity. In collaboration with Kulkarni and Prince (Caltech) preparations have been made for an extensive search of the entire EXOSAT data base on LMXB's for millisecond pulsars. The EXOSAT observations, with their long duration, offer a unique chance to find the long sought millisecond pulsations from a LMXB. Ginga observations of Cyg X-2 studied by van der Klis in collaboration with Hasinger and members of the Ginga team have yielded several new results with respect to the properties of Z sources. By studying the relation between the X-ray and UV (IUE) and optical behaviour, strong indications were obtained about the effect of changes in the mass accretion rate on X-ray spectrum and rapid variability. These observations also provided definitive proof for the existence of two different kinds of QPO in Z sources.

5.1.2.4.4. Eclipse mapping of accretion disks in cataclysmic variable stars (J. Tinbergen, KSW, J.A. van Paradijs, UvA)

Little is known about the spatial structure of accretion disks. Cataclysmic Variables (CVs) which are viewed at high inclination exhibit eclipses of the accretion disk by the Roche-lobe filling star and offer the possibility to study the disk structure from the eclipse light curve. The shape of the eclipse light curve is determined by the geometry of the binary system and the disk structure. In principle a disk intensity map can be derived from the light curve. However, an infinite number of different disk maps produce the observed light curve equally well and therefore an extra constraint is needed. One method is to search for the

disk which has the least structure but still produces the observed light curve. Measurements of eclipses of accretion disks in a number of CVs have been carried out by R.G.M. Rutten (ASTRON/ING) with the Multi Purpose Fotometer on the JKT on La Palma. Four passbands were measured strictly simultaneously, covering the full optical wavelength range. One of the targets was the nova-like

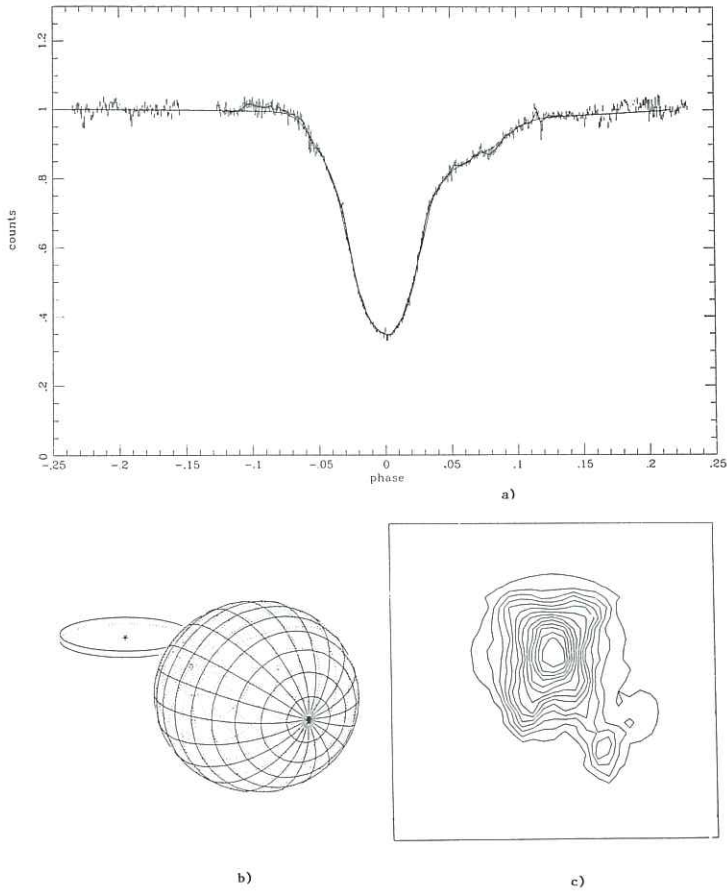


Figure 5.1.1: Representation of the cataclysmic variable *UX UMa*. (a) A sample eclipse light curve at 4300 Å. (b) Cartoon of the binary system with accretion disk as in *UX UMa*. (c) The maximum-entropy disk intensity structure derived from this light curve. The data are obtained by R.G.M. Rutten using the JKT on La Palma.

variable UX UMa for which a realistic image and a sample light curve at 4300 Å is shown in Fig. 5.1.1.a and b, respectively. The corresponding maximum-entropy eclipse map derived from this light curve (Figure 5.1.1.c) clearly shows the accretion disk as well as a distinct hot spot which is presumably caused by the impact of the mass stream from the secondary star onto the disk. From these disk reconstructions at different wavelengths the spatially-resolved temperature distribution can be determined. The aim is to carry out such disk reconstructions for a large sample of eclipsing CVs and study the accretion disk structure in different binary systems.

5.1.2.4.5. Structure and stability of accretion discs (G.J. Savonije, UvA)

In collaboration with D.N.C. Lin (Univ. of California at Santa Cruz) and J.C.B. Papaloizou (Queen Mary College, Univ. of London) Savonije finished a study on the propagation of linear waves in gaseous accretion discs. They studied geometrically thin accretion discs in which the equilibrium variables, such as density and temperature, are stratified in the direction normal to the plane of the disc. Temperature stratification causes refraction such that initially radially propagating waves are deflected in the vertical direction. For a moderate temperature contrast between the disc's midplane and its surface, wave transmission into the tenuous upper atmosphere is possible. In typical accretion discs these two effects inhibit wave propagation over large distances in the radial direction. In particular, waves excited by tidal disturbances induced by a companion star are not expected to reach the interior regions of the disc with a significant amplitude. In collaboration with M.H.M. Heemskerk (UvA) an investigation was started regarding the linear stability of thin non-self-gravitating gaseous accretion discs to non-axisymmetric instabilities. They determined numerically normal modes and their growth rate as a function of the adopted equilibrium profile of the ratio of surface density to vorticity.

5.1.3. Publications in 1989 related to subsidized projects

J.H.G.M. Van Geffen, P. Hoyng: Turbulent transport of magnetic fields, IV. Damping of the mean field B in a^2 -dynamos with α proportional to $\cos(\theta)$, *Astron. Astrophys.* 213, 429.

P. Korevaar: Time dependent corona models: corone with accretion, *Astron. Astrophys.* 226, 209.

P. Korevaar, P.C.H. Martens: Time dependent corona models: scaling laws, *Astron. Astrophys.* 226, 203.

- P. Korevaar, A.G. Hearn: Time dependent corona model: dynamical response to perturbations, *Astron. Astrophys.* 220, 177.
- P. Korevaar, A.G. Hearn: Time dependent corona models: global relaxation oscillations, *Astron. Astrophys.* 224, 141.
- K. Kaper, H.F. Henrichs, G.A.A. Zwarthoed, J. Nichols-Bohlin: Long-term study of stellar-wind variability of O stars, in *Proc. NATA Advanced Research Workshop on Angular momentum and mass loss for hot Stars*, Eds. L.A. Willson and R. Stalio (Kluwer).
- E.H.P. Pylyser, G.J. Savonije: The evolution of low-mass close binary systems with a compact component II: systems captured by angular momentum losses, *Astron. Astrophys.* 208, 52.
- F.P. Pijpers, H.J. Habing: Driving the stellar wind of AGB stars by acoustic waves: exploration of a simple model, *Astron. Astrophys.* 215, 334.
- F.P. Pijpers, A.G. Hearn: A model for a stellar wind driven by linear acoustic waves, *Astron. Astrophys.* 209, 198.
- L.B.F.M. Waters, O.R. Pols, S.J. Hogeveen, J. Cote, E.P.J. van den Heuvel: The formation and detectability of Be⁺ white dwarf systems, *Astron. Astrophys. Letters* 220, L1.

5.1.4. Research supported by ASTRON: projects completed in 1989

MASS TRANSFER AND ACCRETION IN X-RAY BINARIES, by E. Damen.

This research project was focussed on a study of X-ray burst sources, using data from the European X-ray satellite EXOSAT. Bursts from the sources 4U/MXB 1636-53, 4U 1608-52, EXO 0748-676, 4U/MXB 1735-44, 4U 1820-30, and EXO 1747-214 have been studied extensively. Globally three main topics have been addressed: (i) the study of properties of X-ray bursts, with an emphasis on their recurrent behaviour and possible connections between their properties and properties of the persistent emission of the source; (ii) the study of the detailed shape of the spectra of X-ray bursts; (iii) the determination of the mass-radius relation of neutron stars by means of burst observations.

In the period 1983-1985 EXOSAT observed 61 bursts from 1636-53. These bursts have been analysed in a uniform manner and parameters like peak flux, fluence, duration, rise time, and decay time have been determined. The results have been compared with predictions made by current models of the thermonuclear flash on the neutron star surface. An interesting result of this study [7,1] is that bursts observed in 1983 show a relation between burst fluence and waiting time since the previous burst which is

different from that of the bursts observed in 1984 and 1985. In addition, the 1983 bursts have a longer duration and higher burst temperatures than the other bursts. These differences are not related with the level of the persistent flux, but show a correlation with the shape of the persistent spectrum at the time of the burst. Based on the predictions made by the thermonuclear flash model, it is concluded that the differences are probably due to changes in the accretion rate onto the neutron star. This means that the shape of the persistent spectrum is probably a better indication for the accretion rate than the level of the persistent emission (which is usually regarded as a direct measure of the accretion rate). In cooperation with M. van der Klis the relation between burst properties and temporal properties of the persistent emission has been investigated for several burst sources. It seems that the differences between the 1983 and 1984/1985 bursts are correlated with differences in the fast-timing behaviour of the persistent emission. Similar relations have been found for other burst sources.

Based on the detailed comparison of observed burst parameters and the predictions by the thermonuclear flash model, it is concluded [7] that three effects might be important in determining the bursting behaviour of the source: (i) partial burning of available nuclear fuel in the burst; (ii) mixing of freshly accreted matter and unburnt matter left over from the previous burst with processed matter in deeper layers of the neutron star envelope; (iii) the change of the structure of the neutron star envelope caused by previous bursts, and the thermal interaction between this envelope and the neutron star core.

Knowledge of the detailed shape of burst spectra is important in the determination of the mass-radius relation of neutron stars. Model calculations show that the shape of burst spectra can be approximated very well by a Planck function. However, the derived colour temperature is always higher (by a factor of 1.7) than the effective temperature of the neutron star photosphere. This has to be taken into account in the determination of the radius of the emission region from the fitted colour temperature. In 1636-53, 0748-676 [3], and 1608-52 [2] we find deviations of the burst spectra from a Planckian shape which can not be explained by existing photospheric models.

From a comparison of the detailed shape of burst spectra and persistent spectra from 1636-53 it is concluded that the inner accretion flow onto the neutron star is most likely geometrically thin [5]. This conclusion is based on the fact that the persistent spectrum shows clear indications for Comptonization in a hot plasma, while the burst spectra do not show such Comptonization.

A 4.1 keV spectral feature has been found in a burst spectrum from 1747-214 [4]. If this feature is interpreted as a redshifted iron line, the derived value of the gravitational redshift is $1+z$

= 1.6. However, the observed equivalent width of the feature requires an iron abundance which is at least 100 times higher than the cosmic abundance, which casts doubt on the iron-line interpretation. Furthermore, similar features at the same energy have been found by other authors in two other sources. This would mean that for these sources the ratio of neutron star mass and radius is the same within 2%. In view of the fact that the neutron stars in these sources probably accrete more than a tenth of a solar mass during their lifetime, this result is very unlikely.

A method for determining the gravitational redshift from the neutron star surface, based on observations of very strong bursts (showing expansion of the photosphere due to radiation pressure) has been applied to four different sources [6]. Using this method has in principle the advantage that detailed knowledge of the spectral shape of the bursts is not required, as long as it can be approximated by a Planckian function. It is found that the latter condition is not valid during the expansion phase of the bursts. During this phase, large deviations from a Planckian shape (excesses both at low, < 2 keV, and high energies, > 7 keV) have been observed. Therefore, this method will be valid only when models of the radiative transfer through expanding outer layers of a neutron star wind become available.

Related publications:

- [1] EXOSAT observations of 4U/MXB 1636-53: on the relation between the amount of accreted fuel and the strength of an X-ray burst, W.H.G. Lewin, W. Penninx, J. van Paradijs, E. Damen, M. Sztajno, J. Trümper, M. van der Klis (1987), *Astrophys. J.* 319, 893.
- [2] EXOSAT observations of 4U 1608-52, W. Penninx, E. Damen, J. Tan, W.H.G. Lewin, J. van Paradijs (1989), *Astron. Astrophys.* 208, 146.
- [3] Non-Planckian behaviour of burst spectra: dependence of the blackbody radius on the duration of bursts, E. Damen, F. Jansen, W. Penninx, T. Oosterbroek, J. van Paradijs, W.H.G. Lewin (1989), *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.* 237, 532.
- [4] A 4.1 keV spectral feature in a type I X-ray burst from EXO 1747-214, E. Magnier, W.H.G. Lewin, J. van Paradijs, J. Tan, W. Penninx, E. Damen (1989), *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.* 237, 729.
- [5] Constraints on the inner accretion flow of 4U/MXB 1636-53 from a comparison of X-ray burst and persistent emission, E. Damen, R.A.M.J. Wijers, J. van Paradijs, W. Penninx, T. Oosterbroek, W.H.G. Lewin, F. Jansen (1990), *Astron. Astrophys.*, in press.
- [6] X-ray bursts with photospheric radius expansion and the gravitational redshift of neutron stars, E. Damen, E. Magnier, W.H.G. Lewin, J. Tan, W. Penninx, J. van Paradijs (1990), *Astron. Astrophys.*, submitted.

- [7] Properties of X-ray bursts from 4U/MXB 1636-53, E. Damen, T. Oosterbroek, W. Penninx, J. van Paradijs, W.H.G. Lewin (1990), Astron. Astrophys. Suppl., in preparation.
- [8] A study of X-ray bursts using EXOSAT, E. Damen, May 1990, PhD thesis.

5.2. REPORT OF WORKING GROUP INTERSTELLAR MATTER

Chairman: Prof. dr. T. de Jong

Secretary: Dr. P.R. Wesselius

5.2.1. Research financially supported by ASTRON

- 782-372-023: Prof. dr. S.R. Pottasch, Dr. C. Bignell: *Study of the radio continuum emission from planetary nebulae*. Graduate student: Drs. A.A. Zijlstra.
- 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.
- 782-372-025: Dr. V. Icke, Prof. dr. H.J. Habing: *Interstellar matter at intermediate length scales*. Post doctoral fellow: Dr. P.R. Malony.
- 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.

5.2.2. HIGHLIGHTS OF INTERSTELLAR MATTER RESEARCH

Edited by F. Helmich and P.R. Wesselius

5.2.2.1. Diffuse interstellar medium and star formation

5.2.2.1.1. Abundance of HCO_2^+

More gas phase CO_2 is required to make, together with the H_3^+ , the recently observed large amounts of the HCO_2^+ ion towards the galactic centre than can be accounted for by pure gas phase chemistry. Laboratory studies have shown that solid CO_2 is abundantly produced in photo-processing of solid ice mixtures containing CO and H_2O , which are generally dominant in interstellar dust. R. Breukers (ASTRON/RUL), J.M. Greenberg (RUL) and L. d'Hendecourt have calculated the chemical evolution of a dark cloud 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 photoproduction of solid CO_2 in the grain mantle and desorption into the gas phase by the explosive mechanism provide a ready basis for explaining the production of HCO_2^+ in the gas. It can be concluded that gas phase chemistry can not produce the observed abundance of the HCO_2^+ in the gas. Photoproduction of solid CO_2 in grain mantles followed by desorption to return the molecules to the gas-phase are required to understand the observed abundances of HCO_2^+ of 2×10^{-11} .

5.2.2.1.2. 45 μm H_2O -ice absorption band

The thermal evolution of the 45 μm absorption band of H_2O ice, prepared in the laboratory at temperatures in the range of 12-160 K, has been followed by R. Breukers, F. Baas (RUL) and Greenberg while performing cooling and annealing cycles. 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 ($T < 130$ K) and crystalline H_2O -Ic ice (poly-crystalline cubic ice; 130 K $< T < 150$ K) or H_2O -Ih ice (poly-crystalline hexagonal ice; $T > 150$ K), but also to the initial conditions. An ice layer deposited on a 160 K substrate shows the characteristic 45 μm H_2O -Ih absorption band (fig. 5.2.1.a). 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 absorption at 230 cm^{-1} . Both these changes appear to be reversible upon warmup. Ice prepared at 140 K yields the polycrystalline cubic H_2O -Ic 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 (fig. 5.2.1.b), 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 intermediate temperatures yields an absorption band intermediate to the amorphous and crystalline band. The thermal evolution of these bands depends further on these initial temperatures. These thermal characteristics of this 45 μm 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.

5.2.2.1.3. Small Scale Polarization Structures at 327 MHz

In the polarization maps, obtained using the WSRT at 327 MHz, of the field around quasar OH471, strange structures were found by M. Wieringa (RUL), as was reported last year. There were long filaments in this field. There are also large 'clouds', but these

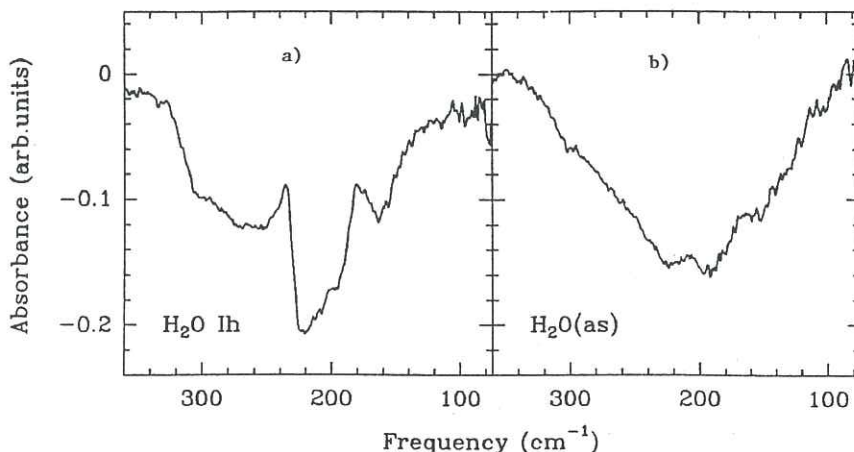


Figure 5.2.1: a. The 45 μm absorption band at 12 K of crystalline H_2O -1h ice prepared at 160 K. b. The 45 μm absorption band at 12 K of amorphous $\text{H}_2\text{O}(\text{as})$ ice prepared at 12 K. Work of R. Breukers (ASTRON/RUL).

are seen in other fields as well, whereas the filaments have not yet been detected at higher latitude.

As a follow up to these observations, A.G. de Bruyn, P. Katgert, M. Wieringa and D. Jansen have observed two neighbouring fields. In these fields, the filaments were found to continue over more than 6 degrees. Since the structures are not visible in total intensity, it is probable that there is an almost uniform polarized (synchrotron) background, produced outside the galactic disk, which is influenced by Faraday rotation and depolarization due to thermal gas and magnetic fields in the disk. The filaments would then consist of thermal gas concentrated along the magnetic field lines. This background can not be observed in total intensity, due to the fact that the WSRT is not sensitive to large scale smooth structures $> 1.5^\circ$.

5.2.2.1.4. HI associated with HII Regions

P. van der Werf (ASTRON/RUG) completed his analysis of the magnetic field in the absorbing HI in front of the HII region W3. Significant small-scale structure in the magnitude of the line-of-sight magnetic field was found. The complicated field structure is probably the result of the interaction of the expanding HII region

with the HI zone. The magnetic field is the dominant source of pressure in this layer. This result is in agreement with the currently emerging view that magnetic fields play a dominant role in the internal dynamics of dense clouds.

5.2.2.1.5. Gas collisions in the solar vicinity?

From various studies it has become clear that there is a correlation between far infrared emission, presumably caused by interstellar dust, and local HI gas. At galactic latitude $b > +30^\circ$ some very large HI complexes are known with velocities significantly different from the 'local' range: $-20 < V < +15$ km/s (LV gas). R. van Hees and P.R. Wesselius (SRON, Groningen) have observed a region, which contains LV gas and intermediate-negative-velocity gas (INV gas), with velocities between -90 and -20 km/s. This region was examined in great detail by taking up to 500 spectra with the Lovell telescope at Jodrell Bank. The data show a number of potentially interesting features. The HI data will be compared with IRAS data of the same region. The aim of this study is to find traces of the hypothetical collision of gas coming from elsewhere in the Milky Way, or coming from intergalactic space, and the local gas, possibly closer than about 100 pc.

5.2.2.1.6. Infrared properties of dust

R. Laureijs (ASTRON/RUG) obtained his Ph.D. in 1989, concluding his study of the infrared properties of dust in interstellar clouds. In 1989 a sample of 42 isolated high latitude clouds was studied. These clouds are well resolved by IRAS and are presumably exposed only to the interstellar radiation field (ISRF).

The effects of varying the ISRF on the infrared characteristics of the clouds have been investigated, assuming the multi-population grain model. So far, it is the only model which can explain the emission of the interstellar medium in the IRAS wavelength range. Plausible variations of the ISRF and optical depth effects within the clouds were sufficient to explain all variations in the observed infrared colours. This means that there are no indications - in the IRAS data - concerning differences in dust composition between different clouds.

5.2.2.1.7. Zeeman HI Observations towards the Galactic Centre

The galactic centre shows a complex structure where one suspects that magnetic fields play an important role. In one of the features, the so-called 'Neutral Ring', a ring which is inclined with respect to the galactic plane, infrared polarization has been found, indicating a toroidal field of 10 mG. WSRT observations were carried out at the end of 1987 by U.J. Schwarz (RUG) and A. Lasenby (Cambridge) to measure the field directly by observing the Zeeman splitting of HI of the neutral ring seen in absorption against the extended continuum emission of SgrA-West. For the southern part of the ring an upper limit of 1.5 mG was derived,

whereas for the northern part a field of -0.5 ± 0.17 mG was found. Although this tentative detection needs confirmation, these observations show that the directly measured magnetic field is significantly smaller than inferred from the IR data.

5.2.2.1.8. Interstellar Medium in nearby galaxies

The ESO-SEST programme of high resolution CO studies in the Magellanic clouds was continued. Particular objects studied were the N 11 and 30 Dor HII regions in the LMC and the South-West bar in the SMC. This programme is a collaboration with participants from Sweden, France, USA, The Netherlands, and ESO. A molecular line survey of a few selected molecular clouds in the LMC and SMC was started in collaboration with Onsala, Sweden, ESO, and the Leiden Observatory.

5.2.2.1.9. Interstellar Gas in Lenticular Galaxies

L. Tacconi (ASTRON) has undertaken a study of CO distributions in southern lenticular galaxies. Combining measurements on the galaxy centres and on 3-4 offset positions per galaxy, Tacconi and Van Woerden obtained preliminary, rough information on the CO distributions in NGC 1291, 1326, 2217 and 7233 and IC 1830. The distribution in NGC 1326 is clearly extended; an annular distribution of 20" radius fits the observations reasonably well. For comparison with these CO distributions, HI synthesis observations of NGC 1326 and IC 1830 were obtained at the VLA.

A study of the HI properties of the post-starburst galaxy NGC 1569 was finished by F.P. Israel (RUL) and W. van Driel (UvA). The deep hole in the HI distribution, centred on an extremely bright star cluster, and the disturbed velocities around it may well be explained by stellar winds from these massive stars. A comparison of IRAS CPC maps of the M 51/NGC 5195 pair of galaxies with radio continuum maps and observations at other wavelengths is being made by Van Driel and co-workers.

5.2.2.1.10. Dust in Galaxies

L.B. van den Hoek (ASTRON/UvA) developed a model for the evolution of gas, stars, metals and dust in a galaxy with the ultimate goal of estimating the total optical and infrared luminosities (as well as colours) of (Local Group) galaxies as well as to modify and interpret these model results with the use of FIR observations (of nuclei) of galaxies. The time-evolution of the dust-to-gas ratio (which is found to be highly influenced by the metal-abundance of the ISM) has been studied. The above model was applied to the Magellanic Clouds and the Galaxy. It was found that the modelled Local Group Galaxies show a rather low dust-to-gas ratio for constant and in time decreasing star formation rates, compared to the actual FIR observations. Remarkable is that the fraction of the interstellar gas which has been involved in star formation (and consequently dust-destruction) processes, is found to be very low

(less than 20%). This has important consequences for the homogeneity of the ISM and the related mixing timescale.

The possibilities of age-metal-abundance relations were studied with the so called cluster-population-synthesis method (which is based on the decomposition of absorption lines present in the spectra of galaxies with the use of cluster spectra of different age and chemical composition) in combination with the chemical evolution model that has been developed. The investigation of stellar statistics over age, mass and heavy element abundances, shows that these statistics highly constrain the possible star formation histories of galaxies.

5.2.2.2. *Supernova Remnants*

H. Greidanus (RUL) and R.G. Strom (ASTRON) completed a 20 μ m study of part of the supernova remnant Cas A. Observations made with UKIRT show that the shock-heated dust consists of compact knots which do not correlate with any of the features seen at other (X-ray, optical, radio) wavelengths. The absence of any correlation with the X-ray emission in particular is rather surprising, and possible explanations have been explored.

Greidanus and Strom also completed their analysis of TAURUS (imaging Fabry-Perot interferometer) measurements of parts of the Cygnus Loop supernova remnant. The observations were made with the INT on La Palma, and both the lines of H α and [OIII] λ =5007A were observed. The kinematics found is consistent with the 'filaments' being sheets seen nearly edge-on.

5.2.2.3. *Star Formation*

OH5.89-0.39, an example of molecular outflows in star forming regions, has been mapped by A. Zijlstra (ASTRON/RUG) in OH, HI, and the H76 α recombination line. The velocity field traces a bipolar outflow, perpendicular to the disk which appears to be in the process of breaking-up. Most of the acceleration occurs outside the ionized region, and the mass involved in the outflow is such that it can only originate in the molecular disk, and not in the central star. Radiation pressure is insufficient to explain the observed acceleration. An outflow in H₂O is also observed, but has an opposite sign to the OH outflow and may be related to another forming star in the region. A distance of 4 kpc is derived. This object has one of the most energetic outflows in the galaxy, and dwarfs the Orion BN/KL object in comparison.

Three infrared sources were detected by T. Prusti (SRON, Groningen) and co-workers in the vicinity of the reflection nebula Cederblad 110 in the Chamaeleon I star forming region. The far infrared fluxes of these sources have been obtained using the GEISHA system. These data combined with CO observations of high velocity gas pointed towards the excitation of Herbig-Haro objects 49 and 50.

A few joint projects were started by R. Assendorp (ASTRON/RUG), T. Prusti and P.R. Wesselius in cooperation with the Astronomical Institute of the University of Jena, DDR. With Henning it was investigated whether GL490 has a visible outflow in the IRAS data. No outflow was seen.

5.2.2.4. Mass-loss from stars

M. Groenewegen (ASTRON/UvA) extracted a complete sample of Carbon stars with $F(12\ \mu\text{m}) > 100\ \text{Jy}$ from the IRAS SPC. Both 'optical' and 'infrared' Carbon stars were considered. The approximately 100 stars were divided into 5 groups depending on their infrared properties. From the literature near-infrared photometry was collected, in addition to the IRAS broadband fluxes, in order to obtain the integrated flux. The flux limited sample was transformed into a volume complete sample. Using the relative numbers of stars in the different groups the duration of each phase was determined as well as the mass lost. It is found that the total time a star is a Carbon star is about 30000 yrs and that in this time about $0.15\ M_{\odot}$ is lost.

Infrared and millimeter observations of the Wolf-Rayet star WC8+O9I binary Gamma2 Velorum, were obtained from ESO, UKIRT and JCMT by K. van de Hucht (SRON, Utrecht) and colleagues. This resulted in a spectral index of 0.69 between the millimetre flux and radio data at 4.86 GHz. Apparently recombination occurs at a large range of radii in the asymptotic region of the stellar wind of the Wolf-Rayet star. There is no evidence for non-thermal radio emission from the colliding winds of the WC8 and O9 binary components.

Non-thermal emission was found in the WC7+O4 binary HD 193793, increasing from 3 to 12 mJy in the course of 1989 using the WSRT at 6 cm. Surprisingly, a similar rise was found at 21 cm. Therefore the Wolf-Rayet wind is not isotropic but has a low density cone in the shadow of the O star wherein the attenuation is 1-2 % that of the undisturbed wind. Monitoring of HD 193793 using UKIRT provided light curves at 1.6, 2.2, 3.8, 8.7, and $12.6\ \mu\text{m}$ over a time span of 19 years. The infrared excesses in 1977 and 1985 are interpreted in terms of the formation of $2.8 \times 10^{-8}\ M_{\odot}$ of amorphous carbon in the wind of the WC7 star at a distance of ≈ 2400 WR stellar radii, during a time span of 120 days around periastron. The IR light curves led to a new binary period of 7.94 years. Re-analysis of published radial velocity data applying this IR photometric period leads to new elements for this system: $e = 0.84$, $\omega = 32^{\circ}$, and $T_0(1985) = \text{JD}2446160$.

5.2.2.5. Planetary Nebulae

5.2.2.5.1. Halos of planetary nebulae

Recent deep images of PN obtained by A.A. Zijlstra (ASTRON/RUG) and S.R. Pottasch (RUG) have shown that as many as 50 % have low

surface brightness extended structure, loosely described as a halo. These halos may be reflection or emission nebulae, and on account of their large volume they may contain a substantial amount of mass. Most models of PN formation predict a progenitor star of at least $1 M_{\odot}$ and, since only about $0.2 M_{\odot}$ of ionized gas is observed, the halo^o is the obvious repository of^o the 'missing' mass. However, the sum of halo, PN ionized mass and PN central star mass is still lower than predicted by stellar evolution theory. It is possible that there is a large neutral component to the gas, or the halo extends much farther than observed.

Abundances in the halos of NGC 6543 and NGC 6826 have been measured. All elements measured appear to have a lower abundance in the halo than in the main body of the nebula. The reason for this is not clear.

Some PN halos, such as that of NGC 6543, are emission nebulae, but others may be neutral and produced by reflection of radiation from the central PN by dust. It has been shown that atmospheric and telescope scattering can simulate a halo and that great care has to be taken in interpreting observations of faint halos. The halo of NGC 7027 is most probably a reflection nebula since its radial profile is significantly above that for telescope+atmospheric scattering. To confirm indisputably the reflection nature of halos, polarimetry and spectropolarimetry are required. Modelling code has been written by Walsh to predict the polarization velocity profiles of emission lines scattered by dust in a planetary nebula. It is found that there can be many more highly polarized features.

5.2.2.5.2. Proto planetary nebulae (PPN)

Hu, S. Slijkhuis and T. de Jong (UvA) have continued working on PPN's, objects between the end of the AGB-phase and the PN phase. By using observations from the 20 brightest, southern objects, a simple evolution scheme could be derived for PPN's. Hu made spectra of some PPN's. The data suggests that just before the PN phase a very strong stellar wind (100 km/s) starts.

5.2.2.5.3. Aspherical planetary nebulae

G. Mellema (ASTRON/RUL) did research on the origin of aspherical planetary nebulae. The working hypothesis is that PN come about through the interaction between a fast wind from the central star, and a slow wind that is the remainder of the mass loss in the previous phase (AGB). This is known as the Interacting Winds Model (IWM). The asphericity is explained by an asphericity in the slow wind.

To model the interaction of the two winds around the star a hydrodynamics code is developed. The code is an implementation of the so-called Roe solver algorithm, a characteristic based scheme, that describes the gas flow as a set of Riemann problems. The recent extension of this method by the work of Eulderink was used

to implement the solver in spherical coordinates. A series of calculations was made, showing the influence of imposing an increasing asphericity on the slow wind. Increasing the density contrast in the slow wind increases the asphericity of the swept up shell (the actual nebula). When the density contrast is high (factor 5 to 10 between pole and equator), and the change in the density is rather steep (which corresponds to what is called a 'thick disk'), the outflow in the direction of lowest density becomes well collimated, looking like a jet. This kind of configuration reproduces rather good the so called bipolar outflow.

5.2.2.5.4. Planetary nebulae near the galactic centre

Observational studies of the evolution of planetary nebulae have always been hampered by the uncertainty of the distance of PN. This can be overcome by choosing nebulae close to the galactic centre. Because these are faint objects new high quality observations are required. The radio data have been combined with optical data by Pottasch, Acker, Dennefeld and Ratag to enable a new discussion of PN evolution. The first results indicate that evolution often takes place at luminosities lower than that expected from traditional core-mass/luminosity relations. Furthermore there is an indication that theoretical results concerning the rate of evolution for a particular mass are substantially in error.

A catalogue of radio data of planetary nebulae was published by A. Zijlstra, S.R. Pottasch and C. Bignell (NRAO/VLA). The catalogue contains flux densities for about 400 PN, based on VLA measurements. For about 100 objects maps are also given. Based on this catalogue a luminosity function for PN near the galactic centre has been derived. The derived function agrees well with results on OH/IR stars. The well-known mass-radius relation for PN can almost entirely be explained by selection effects.

5.2.2.5.5. OH emission from young planetary nebulae

A project to search for OH emission from young PN, by Pottasch, Zijlstra and P. te Lintel Hekkert (RUL), was completed. In total ten such objects were discovered, compared to only two known previously. The OH emission traces a dense neutral envelope, and identifies the object as being in transition from Asymptotic Giant Branch to PN. New VLA observations have shown that in general the OH emission stops at about the time the ionized nebula becomes optically visible. From the number of detections known at present, we estimate that 20 to 50% of all PN still show OH emission after the onset of ionization. The evolutionary relation between the two groups of objects was studied by using a large sample of newly found OH/IR stars. The majority of the known PN appears to originate from one particular group of OH/IR stars, namely those with low outflow velocities. These have probably the least massive progenitor stars. It is concluded that the OH/IR stars are biased

towards more massive objects than the PN, and as a group cannot be considered to be the typical progenitors. Comparison of the out-flow velocities shows that in at least 25% of the cases, the expansion has accelerated after the onset of ionization. This can be explained by thermal expansion after the nebula has become fully ionized.

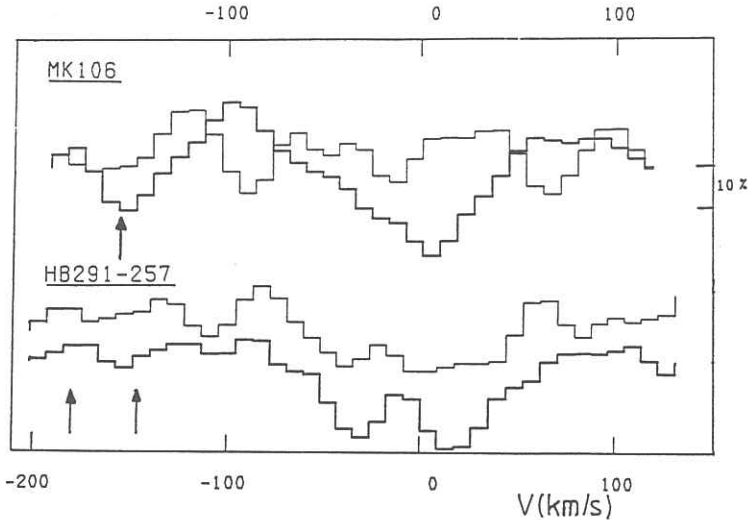


Figure 5.2.2.: Spectrum portions around the CaII K line (fat line) and H line (thin line), measured at the INT. In MK 106 the HVC is detected in absorption, whereas in the star HB 291-257 no detection is found.

5.2.2.6. High Velocity Clouds (HVC's)

5.2.2.6.1. Ca^+ Absorption Studies of High-Velocity Clouds (HVC's)
U.J. Schwarz, H. van Woerden, B. Wakker and K.C. Sahu (all RUG) continued their studies of Ca^+ absorption in HVC's. New service observations on the INT (La Palma) of the extragalactic probe QSO 1652+39 were made; this probe pushed the previously found upper limit on Ca^+ line strength down by a factor 2. It lies in the direction of complex C. This implies that $\text{Ca}^+/\text{H} < 2 \times 10^{-7}$.

Reanalysis of the 1988 INT observations led to the discovery of a very likely detection of Ca^+ absorption towards QSO MK106, in the direction of chain A, at the proper velocity of the HVC. Combination with the Dwingeloo HI profile suggests a CaII/HI ratio of 3×10^{-8} .

5.2.2.6.2. High-Velocity Gas in External Galaxies

J.J. Kamphuis (RUG) continued his analysis of the HI distribution of the ScI galaxy NGC 6946 (WSRT observations). Due to the low inclination, this galaxy is a suitable candidate for searching for high velocity gas which could be the equivalent of the HVCs found in our galaxy. In the 30" resolution data, 9 regions with peculiar velocities up to 80 km/s have been found. Most of the regions are spread throughout the disk and have either blueshifted or redshifted velocities with respect to the local rotation in the disk. Some of these regions have underlying holes, suggesting a causal connection of the peculiar velocities with the 'local' disk. The HI masses and kinetic energies involved in these complexes are of the order of a few $10^7 M_{\odot}$ and 10^{52} - 10^{53} erg, respectively. Inspecting the Palomar Sky Survey prints, no optical counterparts could be found.

5.2.3. Research supported by ASTRON: projects completed in 1989

HIGH VELOCITY CLOUDS, by B.P. Wakker.

A number of aspects of HVCs, defined as neutral hydrogen 'clouds' moving with velocities inexplicable by differential galactic rotation, were studied. The new surveys available, covering the whole sky, were used to understand better their spatial and velocity distributions. Studies of fine-structure using the Westerbork telescope were conducted to understand the internal structure. Models based on calculating orbits in the galactic potential were used to predict the celestial and velocity distributions and compare these with the observations.

An analysis of the statistical properties of the combined new surveys yields as main conclusions: high-velocity gas is seen not only at high galactic latitude, but in fact is concentrated toward the galactic plane; the amount of sky covered by positive-velocity gas is of the same order of magnitude as that covered by negative-velocity gas (the positive-velocity clouds are generally fainter, though); the distribution with velocity indicates that the clouds are related to the Galaxy.

A large number of HVCs were discovered during the new surveys and many objects were fully mapped for the first time. The surveys were used to construct the first homogeneous catalogue of HVCs. This catalogue includes all known clouds and lists their properties. Using this catalogue several complexes and populations are defined. Many complexes were previously known and often already observed in considerable detail. The populations (groups of clouds occupying certain regions in l-b-v(lsr) space) are a new concept; they may have different physical properties, origins and relations to the Galaxy.

By using UV absorption lines and assuming an element abundance one can probe much lower hydrogen column densities than in the 21 m emission line. This leads to the prediction that at the

level of 2×10^{17} per cm^2 between 30 and 60 % of the sky may be covered by gas having $V(\text{lsr}) < -100$ km/s. However, in Danly's (1989, *Astrophys. J.* 342, 785) sample there are 19 stars more distant than 1.5 kpc and having $l < 180^\circ$, but in none of these absorption at velocities more negative than -100 km/s is detected. Unless the HVCs have low heavy element abundances this implies that they, at least statistically, are further away than 1.5 kpc.

A breakthrough in the study of HVCs was the Westerbork study by Schwarz & Oort. The analyses show that the brighter cores seen at 10' resolution must consist of many smaller concentrations, with sizes down to a few arcmin. The density contrast can be as high as 4 on scales of 4'. For absorption-line studies of galactic halo gas and of HVCs this introduces a considerable uncertainty in the derivation of abundances.

There is much structure in the velocity fields of the clouds, with both smooth gradients and erratic jumps occurring often, just as is observed on large scales in the survey data. The origin of this structure is not understood, but it probably is a mixture of a number of different causes, like projection effects, macro-turbulent motions, and motions guided by an embedding medium or magnetic fields. Attempts to measure magnetic field strengths would be useful in this respect.

To determine directly the temperature (or lower limits to it) of the high-velocity gas, emission-absorption observations have often been tried at 21 cm. These observations are hampered by the fact that few bright continuum sources are projected against HVC emission that is bright enough to expect a detectable absorption line. Furthermore, such observations are best done with the smallest possible beam, so that most single-dish telescopes are not useful. Previous limits for the temperature are not very stringent. The Westerbork data of the fields HVC 131+1-200 and MI.1 were used to search for 21 cm absorption in the spectrum of continuum sources. Two detections were made in the HVC 131+1-200 field, showing that the spin temperature of the cool gas in this complex is of order 50 K.

In order to assess the implications of the survey data for the understanding of the origin of HVCs, modelling is necessary. Ballistic models have been constructed. Cloud evolution is modelled in a very simple way: clouds are assumed to be pressure-confined throughout their lifetime and therefore always keep the same size. At formation a mass is given to each cloud, chosen from a power-law spectrum with slope α . Assuming that all clouds have the same average density and comparing the observed and predicted flux and area distributions, yields $\alpha = -1.5$ and an average density of the order of 0.005 cm^{-3} .

Based on the comparison of the data and models, the following set of explanations seems to be the most promising: The extreme HVCs observed in the southern galactic hemisphere are shreds of the Magellanic Stream that were disconnected long ago. Other

clouds are part of a galactic fountain in which galactic disk gas is heated, rises to large heights above the plane, cools, condenses into neutral hydrogen again, and then falls back to the plane ballistically. Complex C is either part of the fountain or a high- z spiral arm. A number of clouds near the galactic anticenter and center probably consists of material streaming toward the Galaxy. The source of this infalling material still remains unclear, as it may be gas coming from nearby intergalactic space, from the Local Group, or even from the Magellanic Stream. Elsewhere on the sky other HI clouds should be present that are members of the same population, but are observationally inseparable from the clouds belonging to the galactic fountain.

Related publications:

- A.N.M. Hulsbosch, B.P. Wakker (1988): A deep, nearly complete, survey of northern high-velocity clouds, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 75, 191.
- B.P. Wakker, U.J. Schwarz (1988): The multi-resolution clean, Astron. Astrophys. 200, 312.
- B.P. Wakker (1989): Interstellar neutral hydrogen at high velocities, Th.D. thesis, University of Groningen.
- B.P. Wakker, J.D. Bregman: Models for the origin of high-velocity clouds, Astron. Astrophys., submitted.

5.3. REPORT OF WORKING GROUP STELLAR SYSTEMS

Chairman: Prof. dr. G.K. Miley
Secretary: Dr. J.M. van der Hulst

5.3.1. Research financially supported by ASTRON

- 782-373-032: Prof. dr. T. de Jong, Dr. J. Lub: *A study of star burst in galaxies*. Graduate student: Drs. A.C. van den Broek.
- 782-373-034: Prof. dr. H. van Woerden, Prof. dr. T.S. van Albada, Prof. dr. R. Sancisi: *Relations between dark and visible matter in galaxies*. Graduate student: Drs. A.H. Broeils.
- 782-373-036: Dr. P. Katgert: *The large-scale structure in the universe: characteristics of clustering and super-clustering*. Graduate student: Drs. G.F. Rhee.
- 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, Dr. A.G. de Bruyn: *A radio continuum and HI-line study of the Perseus Cluster*. Graduate student: Drs. L.G. Sijbring.
- 782-373-039: Prof. dr. R. Sancisi, Prof. dr. T.S. van Albada: *The shape of dark halos*. Graduate student: Drs. D. Tiggelaar.
- 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.
- 782-373-046: 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.

5.3.2. *Extra galactic systems*

Edited by J. M. van der Hulst

Extragalactic research in the Netherlands covers a wide range of topics, too wide to be described here in detail. The current report is only a summary of all projects carried out in the Netherlands and is meant to highlight the important directions extragalactic research is taking. For detailed reports on individual projects the reader is referred to the Annual Reports of the various Dutch Institutes. Research conducted by members of the Astronomy Group and other ASTRON staff is described in section 5.6 of this report.

5.3.2.1. The Galactic Bulge

Y.K. Ng, J. Lub and R.S. le Poole (RUL) began a study of the Galactic Bulge using U, B, R, I, m(phot) and m(vis) plates. The plates will be scanned on the Leiden Astroscan and the data on about 1 million stars will be used to construct an HR-diagram. Special procedures and software have been developed to deal with the effects of crowding and have been tested on a blue and a red plate and a first HR-diagram has been constructed for a 0.5 x 0.5 degree field.

5.3.2.2. Nearby Galaxies

5.3.2.2.1. Local Group galaxies

Several Local Group galaxies continue to receive attention. A large, long term observing program to study the properties of molecular clouds in the Magellanic Clouds using the SEST 15-m telescope in Chile is continuing. This program has received the status of an ESO key program for SEST. From the Dutch side M.W.M. de Graauw (SRON Groningen) and F.P. Israel (RUL) are involved in this effort. Braun (ASTRON) and collaborators have embarked on a very detailed study of the interstellar medium in the Local Group galaxy M 31 (see section 5.6 of this Annual Report).

K. Mighell completed his thesis on a study of the history of star formation in Local Group dwarf galaxies and a detailed summary of this work is given in section 5.3.4 in this report.

5.3.2.2.2. Structure of Nearby Galaxies

R.J. Wainscoat (University of Hawaii) and P.C. van der Kruit (RUG) study the distribution of light in edge-on galaxies in the near IR (mostly K-band, 2.2 μ m) using IRCAM on UKIRT. Maps of 4 spirals, NGC 891, 4565 and 5907 and IC 2531, have now been produced by mosaicing many individual 1.2' x 1.2' frames. Preliminary analyses of some of the maps indicate that at small distances from the galactic plane there is excess emission compared to the extrapolation of the $\sec h^2$ isothermal vertical distribution observed also

in the optical at larger z . This is expected to some extent, because near the plane even the old disk population is a mixture of components of various ages and consequently of various velocity dispersions. Also there are effects of the young population, due to the red supergiants. The vertical scale heights are comparable to those observed in the optical, but a better final determination of the sky background level is required for a definite statement.

J. H. Knapen and P.C. van der Kruit studied the scale length of the exponential disk and the central surface brightness for a sample of spiral galaxies, using digitized images obtained from the Palomar Sky Survey glass plates using the Leiden Astroscan. Large discrepancies were noted between the scale length values found here and those found by Grosbol (Astron. Astrophys. Suppl. 60, 261) and others. These discrepancies were traced to the different choices made for the portions of the disc luminosity profiles to be included in the fit. Automatic fitting without careful editing of the profiles leads frequently to results unrepresentative of the underlying discs.

In June 1989 the data base resulting from the extensive surface photometry project of A. Lauberts (ESO) and E. Valentijn (RUG and ESO) has been presented to the user community. A book containing an extensive description of the project and an abstract of the values of the retrieved parameters was published by ESO. Also, an optical disk resident archive of the 32000 images was released as well as several digital versions of the data base. Studies of completeness and statistical properties indicated the enormous value of the data base, which will provide new insight into several fundamental aspects of galaxies. Valentijn began a study of the internal extinction in spiral galaxies and concludes, contrary to the presently accepted point of view, that the disks in spiral galaxies are optically thick. A new Galactic extinction model is in preparation (with Cholonewsky, Poland). E. Huizinga (RUG and ESO) undertook a bulge-to-disk decomposition project. Further statistical analysis of the fundamental properties and their relation to environmental parameters of elliptical, SO and spiral galaxies were initiated. Eventually, these statistical studies are expected to provide new insights into the relation between the formation of the different morphological types.

R. Peletier (RUG, now at Harvard) completed his study of the structure and stellar content of elliptical galaxies. Long slit spectra of 9 elliptical galaxies, taken at the 2.5 m INT, were used to determine radial line strength gradients for indices between 370 and 670 nm. Most galaxies show a decrease in MgII, Fe, Na D and other lines when going outward. Peletier and E.A. Valentijn find that there is a large intrinsic scatter in the relation between MgII gradients and galaxy luminosity. MgII gradients show a slight tendency to increase with luminosity, as expected from dissipational collapse scenarios.

Together with colour gradients in optical and optical-infrared colours (obtained at Kitt Peak and La Palma) these line strength gradients were analyzed using a linear programming technique, to find the corresponding radial changes in stellar populations. It was found that it is most likely that the observed gradients are caused by metallicity differences of on the average $\Delta [\text{Fe}/\text{H}] / \Delta \log r = -0.10$. However, age gradients still cannot be excluded. The derived gradients are much smaller than those found in disks of spiral galaxies. The mass-to-light ratios derived from the population synthesis agree with those obtained from dynamical data, and so no dark matter is required in the inner parts of elliptical galaxies. The observed Fe line strengths are consistently lower than expected from colours and the MgII index. This implies that Mg is most likely overabundant with respect to Fe.

Peletier also investigated the relation between colour gradients before and after projection on the sky for triaxial galaxy models with varying axis ratios and intrinsic colour gradients, by numerical means. It was found that in general colour gradients are not affected, or decrease slightly as a result of projection. Only if a galaxy has a core, the gradients near it are affected seriously. It was also found that if the three-dimensional morphology of a galaxy is the same in two photometric passbands, and if the galaxy has a colour gradient smaller than 1 mag per decade in radius, the difference between the projected morphology in the two bands is so small, that it cannot be detected within the accuracy of modern observations.

R. Hes (RUG) and R. Peletier finished their work on stellar populations in the bulge of the Sombrero Galaxy (M104). Photometry in optical and near-infrared colours showed clearly that the kinematically decoupled component in the centre is also seen in the photometry as a disk. All colours are observed to become redder going outward in directions away from the major axis. This can be caused by a decreasing contribution of a bluer disk, or by a decreasing age. Analysis of all colours in the dust lane shows that the absorption properties by dust are different from those in the Galaxy. The reddening with radius can not be explained by including more dust with increasing distance from the centre.

5.3.2.2.3. Gas and Dust in Galaxies

L. Tacconi (ASTRON) and H. van Woerden (RUG) have undertaken a study of CO distributions in southern lenticular galaxies, using SEST. Preliminary, rough information was obtained on the CO distributions in NGC 1291, 1326, 2217 and 7233 and IC 1830. The distribution in NGC 1326 is clearly extended; an angular distribution of 20 arcsec radius fits the observations reasonably well.

W. van Driel (UvA) and H. van Woerden (RUG) finished their work on the early type galaxies NGC 3619, 3626 and 3900, NGC 3941 and 4694, and NGC 1169 and 3898. Remarkable is the small HI disk

of NGC 3619, in which a system of 'ripples' was recently discovered in the outer disk, and the long HI tail of the Virgo Cluster peculiar S0 NGC 4694, which may be the result of stripping. A bulge/disk/halo mass model of the galaxy NGC 3898 shows the presence of a massive dark halo.

H. van Woerden (RUG), J.S. Gallagher (AURA) and D. Hunter (Lowell), have undertaken a comparative study of HI distributions in magellanic irregular and in amorphous irregular galaxies. The magellanic irregulars have star forming regions distributed irregularly over the face of the galaxy; amorphous irregulars have large star forming complexes centred in the galactic nucleus. Observations with the VLA will provide the HI distributions, and these will be compared with the distributions of star formation regions.

J. Kamphuis (RUG) analysed HI observations of the ScI galaxy NGC 6946. Due to the low inclination, this galaxy is a suitable candidate for searching high velocity gas which could be the equivalent of the HVCs found in our galaxy. In the 30" data 9 regions with peculiar velocities up to 80 km/sec have been found. Most of the regions are spread throughout the disk and have either blueshifted or redshifted velocities with respect to the local rotation in the disk. Some of these regions have underlying holes, suggesting a causal connection of the peculiar velocities with the "local" disk. The HI masses and kinetic energies involved in these complexes are of the order of a few $10^7 M_{\odot}$ and 10^{52} - 10^{53} erg, respectively. Inspecting the Palomar Sky prints, no optical counterparts could be found. The full resolution (15") data have a too low signal-to-noise to make any statement about the small scale structure of the peculiar velocities.

Kamphuis and F. Briggs (RUG, visiting from Pittsburgh) analyzed HI data of another large, face-on, fairly isolated, ScI galaxy but found no high velocity gas with velocity deviation larger than 80 km/sec (the 5 σ detection limit is $2.1 \times 10^6 M_{\odot}$), but the search is limited by the spectral bandwidth of 310 $^{\circ}$ km/sec. Inspection of the position-velocity diagrams reveal 3 regions with modest velocity deviations but there is no obvious connection of this gas with the underlying disk. Outside the Holmberg radius, HI at extreme velocities has been detected, confirming earlier results of Briggs.

T. de Jong (UvA) completed a study of the elliptical galaxy NGC 4696, together with H. Jorgensen, H.U. Norgaard-Nielsen, and L. Hansen (Copenhagen). This object, the dominating galaxy of the Centaurus Cluster, is embedded in tenuous, hot (2×10^7 K) gas. Deep CCD images show dust features in the centre of the galaxy, probably due to the infall of a gas and dust rich galaxy. From the far-infrared (IRAS) data of NGC 4696 the mass of dust can be estimated. An analysis of the extensive observational material has led to a new explanation of the excess of cool X-ray gas observed in a number of cluster ellipticals. Rather than an 'accretion

flow', de Jong et al. suggest an 'evaporation flow' model, in which the 10^7 K gas is a result of the 'evaporation' of gas clouds in the infalling galaxy. The energy required for this evaporation is provided by electron conduction from the large reservoir of thermal energy in the cluster's X-ray gas.

The group in Amsterdam continues to work on a range of topics focussing on aspects of the IR emission from galaxies. A.C. van den Broek (ASTRON/UvA), W. van Driel and T. de Jong are studying the enhanced star formation in a sample of about 50 southern extreme IRAS galaxies, which are relatively bright in the far-infrared ($L(\text{FIR})/L(\text{B}) > 3$). The galaxies were selected from two fields in the southern hemisphere. Optical observations (spectra and B, V, R, H α and CCD images) were made at ESO in Chile. For all sources co-added IRAS flux densities have been provided by the Infrared Processing and Analysis Center (USA), greatly improving the detection rates of the sources at 12 and 25 μm .

Observations of these IRAS galaxies made with the VLA radio-synthesis telescope are being analyzed by W. van Driel and A.C. van den Broek. The low-resolution data at 6 cm show that a close correlation between the far-infrared and radio luminosities exists for these objects as well, comparable to the relation found for normal galaxies. High-resolution maps allow a detailed study of the location and morphology of the star formation regions, unimpeded by dense dust. A comparison of the radio data with optical CCD images and spectra is in progress; the data will be complemented by CO line observations.

Published data of another far-infrared-complete sample of galaxies, the so-called IRAS mini-survey, are being analyzed by A.C. van den Broek and T. de Jong. The far and near-infrared emission of these galaxies appear to be well correlated. This correlation may be explained by a high starformation activity in these objects, a 'star burst'. The far-infrared luminosity originates from dust heated by newly formed embedded massive stars, and the near-infrared luminosity from evolved supergiants. This implies that the period of enhanced star formation must be at least as long as the time it takes massive stars to evolve into supergiants - about 30 million years. In order to interpret the correlation in a quantitative manner, a simple population synthesis model was made to calculate the far and near-infrared luminosities for an exponentially decaying star burst. A comparison with the observations thus showed that in the mini-survey galaxies, on average about 20 solar masses of gas is converted into massive stars per year, and that a starburst lasts on average some 100 million years.

K. Brink (ASTRON/UvA) continued the interpretation of the far-infrared (IRAS) data of an extensive sample of optically bright galaxies from the Revised Shapley-Ames Catalog. He also elaborated the schematic model of de Jong and Brink (1987), which

explains the global optical and infrared properties of galaxies, using H α line and radio continuum data.

The H α radiation is assumed to originate in HII regions around newly-formed hot stars. The data indicate that these objects are more strongly obscured than the stars in the disk, due to the fact that the HII regions lie in dusty star formation regions, while the disk stars are affected by dust in the general, more tenuous interstellar medium. The radio continuum data support this model. The interpretation is somewhat complicated, since the conversion of the number of recently formed stars into radio emission appears to be different from galaxy to galaxy.

P. Goodfroomij (ASTRON/UvA) is studying a sample of elliptical galaxies from the Revised Shapley-Ames catalogue. From calibrated B, V, and H α + [NII] images, dust masses, emission line fluxes and ionized gas masses have been determined. The possible physical relations between dust mass (from optical and IRAS data), dust temperature (from far-infrared data), ionized gas mass (from optical data), and hot gas mass (from EINSTEIN X-ray data) are being investigated. One of the analyzed objects, IC 1459, was found to be rather unique. This object is one of the few known ellipticals with a counter-rotating core, probably the result of one or more past collisions with another galaxy (or galaxies). The CCD images show a weak spiral-like structure in the central ionized gas.

B. van den Hoek (ASTRON/UvA) studied the time evolution of the dust-to-gas ratio in galaxies. A model was developed for the evolution of gas, stars, heavy elements and dust in galaxies, and applied to the Magellanic Clouds and the Milky Way. The calculated dust abundances appear to be lower than observed, which may indicate the importance of processes in the interstellar medium which increase the dust abundance. The fraction of the presently remaining interstellar gas which has been cycled through stars, appears to be quite low (less than 20%), contrary to what is sometimes assumed. This may have important consequences for the homogeneity of the interstellar medium and the related mixing-time scale of heavy elements.

5.3.2.2.4. Kinematics of Galaxies

Absorption line spectroscopy of several spiral galaxies has been analyzed by R. Bottema (ASTRON/RUG). Modelling of the galactic disk of NGC 6503 and comparison with the data show that the stellar velocity dispersion in the radial direction is decreasing exponentially with radius, having a scale length twice the photometric scale length, and central dispersion of 55 ± 10 km/sec. The value of Toomre's Q parameter turns out to be nearly constant throughout the galaxy. Consequently, the theoretical velocity dispersion values give a good fit to the observed dispersion data. For radii $< 11'$, however, there is a sharp decrease in the velocity dispersion, an observation without straightforward

explanation. Numerical calculations suggest that $Q=1.7$ which implies that the disk of NGC 6503 has a mass-to-light ratio of 1.7 ± 0.3 (in B). This M/L value is in excellent agreement with the result of $M/L(B) = 1.7$ obtained from a rotation curve analyses if the so called maximum disk hypothesis applies.

Stellar and H β emission line radial velocities and stellar velocity dispersion measurements of the bar of the face-on SBc spiral galaxy NGC 3059 show that along the major axis of the bar the radial velocities are constant, but that in a direction perpendicular to the bar from one side to the other, there is a substantial velocity increase of 70 km/sec. Assuming that the systematic motions are confined to the plane of the galaxy, this jump can be explained by a stellar streaming of about 100 km/sec along the bar, as predicted by numerical studies. The emission line radial velocities generally follow the stellar velocities with some small scale deviations. The stellar velocity dispersion is essentially constant at a level of 53 km/sec in the bar, and drops steeply outside. Comparison with z-direction bar dispersions of other galaxies shows that this value is considerably lower than the average value of 140 km/sec for SB0 galaxy bars.

Stellar velocity dispersion data of the large close to face-on (Seyfert) galaxy NGC 1566 have been compared with available H and B band photometry. It turns out that a constant $M/L(H)$ of $0.45 \pm 0.15 M_{\odot}/L_{\odot}$ is consistent with the observed decreasing velocity dispersion going outwards. The surface brightness in the B band decreases less rapidly than in the H band and consequently the mass-to-light ratio in B has to decrease with increasing radius. Near the inner region, approximately within one scale length from the centre, $M/L(B) = 2 \pm 0.5$, decreasing to $M/L(B) = 1 \pm 0.5$ at a radius of two scalelengths. In the region of the very bright Seyfert core the stellar velocity dispersion is constant at 115 km/sec.

P.S. Mulder (RUG) and J.I. Gonzalez-Serrano (RUG) analyzed TAURUS scanning Fabry-Perot interferometer data of the [OIII] lines in the peculiar, supermassive spiral galaxy NGC 1961. The velocity field in the SE arm of NGC 1961 is found to be peculiar. The velocities do not correspond to the expected rotation velocity at this position, the difference being of the order of 200 km/sec. The gas in the arm also shows a strongly disturbed morphology and is enhanced in synchrotron emission.

5.3.2.2.5. Dark Matter in Spiral Galaxies

Broeils (ASTRON/RUG) continued his work on studying the mass distribution in spiral galaxies. Especially the dwarf spiral galaxy NGC 1560 appears to be very interesting. This galaxy has an absolute luminosity of $M(B) = 15.87$. It has been observed in 21 cm line with the WSRT to find the HI distribution and to obtain the rotation curve. B-band surface photometry has been obtained using

the INT. A very detailed rotation curve with almost 5 independent points per kpc has been obtained. The light profile of NGC 1560 is almost a perfect exponential. Several mass models have been made to study the mass distribution in this dwarf spiral. They show that the mass discrepancy already starts at a radius of about 2 kpc. Models with dark halos are not very satisfactory, because they do not predict the features in the observed rotation curve. These features are however present in the rotation curve predicted for the neutral gas.

J.I. Gonzalez-Serrano and E.A. Valentijn are studying the dwarf galaxy UGC 2259 using TAURUS scanning Fabry-Perot interferometry data in the $\lambda=5007\text{\AA}$ line of [OIII] and complementary HI data. A rotation curve analysis indicates the presence of a dark halo. At the Holmberg radius the amount of dark matter is about 0.8 times the luminous mass in the disk which has a mass-to-light ratio of about 5.7, quite similar to what is found in larger and brighter galaxies. This analysis would be invalidated, however, if the disk of the galaxy is opaque as proposed by Valentijn. Then the radial variation in optical depth, and hence in M/L for the disk could possibly produce the observed rotation curve without the need for a dark matter component.

5.3.2.3. Clusters of Galaxies

L.G. Sijbring (ASTRON/RUG) made a further study of the active galaxy NGC 1275, which dominates the center of the Perseus cluster. Narrow band observations revealed that the absorption spectrum at 8100 km/sec consists of at least 4 components. Using earlier observations it could be established that the three deepest components of the spectrum are absorbing at least part of the variable nuclear flux. Both emission and absorption at 8100 km/sec were found in broad band observations. The absorption is situated at the south edge of a north-south oriented double lobed structure. Two emission clouds are found to the west of the nucleus of NGC 1275 at distances of about 20 kpc. The velocity range is in agreement with the velocity range of optical measurements. The total mass of these clouds amounts to about $4.1 \times 10^9 M_{\odot}$. It is unclear yet what the connection between the optical high-velocity system and the HI clouds might be. A possible explanation could be that the HI gas is stripped from a late-type galaxy, that is falling into the center of the Perseus cluster and colliding with the the cluster gas.

A.J. Pickles (Hawaii) and P.C. van der Kruit continued the analysis of a program to study the population structure of galaxies in clusters of medium redshift using grism spectra, BVRI CCD photometry and photometry in the near-infrared. They calculated a new set of model isochrone spectra with a Miller-Scalo mass function. From an analysis of 5 clusters they conclude that the bright galaxies often have mean metallicities typically 2-3 times solar. The faint galaxies (still intrinsically brighter than

the "starburst" galaxies found in some clusters) have metallicities which are still substantially higher than solar. The majority of stars in each galaxy are 9-12 Gyr old. The ages suggest that the bulk of star formation occurred after globular cluster formation, possibly favoring merger or accretion scenarios. They find that at larger redshifts there is an increasing fraction of younger material (the look-back time of the largest redshift is about 25% of the age of the universe). This suggests that star formation continued after the epoch of the bulk of star formation. The young age components are all metal-weak, which indicates that star formation continued by accretion of low-metallicity or pristine material.

G. Rhee (ASTRON/RUL) completed his study of a number of rich clusters of galaxies. A detailed summary is given in section 5.3.4 of this report.

P. Katgert, M. van Haarlem and G. Rhee (RUL) studied the luminosity function of galaxies in a sample of 100 rich northern Abell clusters. A Schechter-type luminosity function does not describe the results very well. An Abell function (two power-laws) is a much better approximation. The cluster LF does show an excess at the bright end when compared with the LF found for field galaxies by Felten. No clear differences between clusters were found. Katgert, Rhee and den Hartog are involved in an ESO key program on "Structure and Dynamics of Rich Clusters of Galaxies", involving a collaboration with colleagues from Denmark, France, Spain and Italy.

5.3.2.4. Radio Galaxies

5.3.2.4.1 Optical and Radio Observations of Radio Galaxies

J. van Gorkom (Columbia), J.M. van der Hulst (RUG), A.D. Haschick (Haystack) and A. Tubbs (Bell Labs) completed their VLA study of the nearby radio galaxy Centaurus A (NGC 5128). The HI emission found is associated with the prominent dust lane and exhibits the same warped appearance. The HI velocities in the inner parts agree well with optical emission line velocities and indicate that the dustlane is a warped, rotating system. The velocities in the outer parts do not agree with this interpretation and may indicate that in the outer regions the gas disk is still unstable and has not yet settled in to regular orbits. This would favour a scenario in which the gas and dust is from a recently captured system. The HI goes into absorption against the compact nucleus and the southern radio lobe, indicating that the southern lobe is behind the dust lane, pointing away from the observer. This is consistent with the more significant depolarization of continuum radiation found toward the southern radio lobe. The HI rotation curve is flat and is consistent with

an elliptical galaxy model with a constant M/L of 3 at least out to 10 kpc.

5.3.2.4.2 Distant Radio Galaxies and Related Objects

G.K. Miley (RUL) is heavily involved in a study of the properties of active galaxies and their use as cosmological probes. Galaxies associated with powerful radio sources are among the most frequently used cosmological probes, because their enormous radio luminosities enable them to be easily pinpointed out to large distances. Miley together with K. Chambers (Johns Hopkins, now at Leiden) and W. van Breugel (Berkeley) continued exploiting a unique technique that they have developed for finding such objects by using the fact that ultra-steep spectrum radio sources are systematically far more luminous than normal-spectrum sources. Several separate investigations are underway.

The first is a study of a sample of about 50 4C sources selected to have ultra-steep spectral index (< -1) at frequencies above 0.2 GHz. The fraction of high-redshift galaxies in the sample is extremely large. 28 of 33 of the 4C sources with fuzzy objects have R magnitudes between 22 and 25. The spectroscopic survey of 25 objects carried out so far have shown that 8 have bright emission lines with redshifts $z > 2$. Because these have extended line and continuum emission, they are presumed to be distant galaxies.

Follow-up work on this 4C sample includes: (i) VLA mapping at several frequencies with several configurations; (ii) VLBI measurements at 90 cm; (iii) high resolution optical spectroscopy; (iv) broad and narrow-band optical imaging; (v) IR array mapping (UKIRT and Kitt Peak); (vi) IUE spectroscopy; (vii) high resolution optical imaging with the Hubble Space Telescope.

So far only 4C41.17 has been analyzed in detail. The source was identified with a faint extended optical object whose spectrum showed two emission lines corresponding to Ly α and CIV ($\lambda=154.9$ nm) at a redshift of 3.8. The extended optical continuum emission (~ 30 kpc for $H = 50$ km/s/Mpc and $q = 0.5$), together with the large equivalent width of the Ly α indicate that 4C41.17 is a galaxy. At $z = 3.8$ it is the most distant galaxy known. It has a Ly α halo which is extremely bright and extends for more than 20" (corresponding to more than 100 kpc!). The gas is clumpy and has a turbulent velocity field with a gradient of about 2000 km/s.

Using the InSb arrays at UKIRT and Kitt Peak, 4C41.17 and several other high-redshift galaxies have been mapped at 2.2 μ m (for 4C41.17 this corresponds closely to optical V-band in its emitted frame). Infrared measurements are crucial to studying stellar populations in these objects as well as searching for the presence of dust. The measured spectral energy for 4C41.17 and the other high-redshift objects studied are consistent with a predominantly stellar origin whose population is only a few

hundered million years old, i.e. comparable with the estimated age of the associated radio sources.

One of the most remarkable properties of high-redshift radio galaxies pointed out by Chambers, Miley and van Breugel is the alignment of the optical and infrared continuum emission along the radio axis. The data analysed so far appears consistent with star formation being closely associated with the radio source and various models that have been proposed for this are being compared with the data.

To find more $z > 2$ galaxies, Miley, Rottgering and Chambers have selected several samples of radio sources known to have definite or suspected ultra-steep radio spectra. These comprise a total of about 800 objects. They are collaborating with Hunstead (Sydney) on the study of the southernmost sources and Rawlings and Saunders (Cambridge) on a study of the 151 MHz Cambridge sources. Radio observations are being carried out with the VLA, 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 which can be used for their optical identifications.

Optical and infrared follow-up of these various samples are being carried out at ESO where the project has been designated as a "Key Programme", La Palma and UKIRT. It is expected that several tens of galaxies at redshifts $z > 2$ will result, providing a new, statistically significant probe of the early Universe.

M. Wieringa and P. Katgert (RUL) address some of the same questions using their deep 327 MHz WSRT survey of 6 fields. They selected a sample of compact and a sample of extended steep spectrum sources and started a program to obtain: (i) accurate positions and structural information using the higher resolution of the VLA, and (ii) CCD images for identification purposes. About 40% of the compact steep spectrum sources observed could be identified, with most objects fainter than $R = 25.5$ mag.

5.3.2.4.3 Quasars

P.D. Barthel (KNAW fellow, RUG) continued his research of quasars and other types of active galactic nuclei. A paper containing the optical spectra of 67 radio-loud quasars obtained with the Palomar 200 inch telescope was accepted for publication. Barthel proposed an orientation model for radio-loud quasars. This model, unifying radio-loud quasars with powerful radio galaxies, received considerable attention. In order to test predictions of the above mentioned unifying scheme, Barthel, R.T. Schilizzi (ASTRON) and collaborators conducted transatlantic VLBI observations of the nuclei of two very large double-lobed quasars as well as the giant radio galaxy 3C236. The data will be correlated in 1990. A.R. Foley (ASTRON) and Barthel have radio and optical data of the quasar 3C245, which are consistent with 3C245 being oriented close to the line of sight, in support of the model proposed by Barthel.

P. Coleman (RUG) completed the multi-frequency analysis of all the Broad Absorption Line (BAL) quasars known as of 1987. Optical surveys show that blueshifted BALs due to outflowing gas are seen in the spectra of at least 3-10% of all QSOs at all redshifts. There is no agreement on which mechanisms are responsible for the ejection and observed ionization of the outflowing gas. Similarly, there is no agreement on what type(s) of large-scale geometry, distance scales, and electron densities characterize the BAL region. Classic BAL QSOs have not been found to be strong radio sources and some 12 of the 55 candidate objects are detected as weak radio emitters (The flux density at 6 cm is typically less than 10 mJy). If BAL clouds have electron temperatures near $T = 20000$ K, which is consistent with optical spectroscopic observations, then the clouds should become optically thin to free-free absorption somewhere between 2 and 21 cm (assuming that a compact radio source is occulted by the absorbing material). This is not seen in the multi-frequency observations of the BAL QSOs. The research is continuing with high resolution VLA observations of the morphology and polarization of these objects.

5.3.2.4.4. Theoretical work on active galactic nuclei

De Vries (ASTRON/RUU) and Kuijpers (RUU) have continued their study of possible magnetic flaring activity in active galactic nuclei. They started from the physics of a simple line current distribution above the accretion disk, in analogy with the Kuperus-van Tend model for solar flares. Now, however, the physical effects of an intense radiation field, as occurs in the inner accretion region, have been included. Using a population of flare accelerated particles they showed that bombardment of the disk does not lead to evaporation as occurs for the solar flare. Rather the high energy electrons lose their energy before reaching the denser parts of the disk. As a result the energy loss time of the flare is much smaller than in the absence of a strong radiation field. Using the numerical techniques of Lehto (Oxford) presented at the 23rd ESLAB symposium in Bologna, it can be shown that the proposed magnetic flare model for active galactic nuclei leads to a power spectrum for the X-ray light curves in good agreement with the observed " $1/f$ " spectrum.

Another aspect of the flare model is the particle acceleration. If the acceleration is achieved by a direct electric field the intense radiation field from the disk limits the maximum energy by inverse Compton losses. Typical parameters for disks in AGN give a maximum Lorentz factor of 30.

De Vries now studies the rise of magnetic structures inside the radiation supported thick disk. The outcome will determine the magnetic field and the flare products more accurately. Because of the shape of the surfaces of constant effective gravity, magnetic loops tend to emerge in the narrow funnel where they induce magnetic flares. Whether collimated relativistic electron beams with

the correct Lorentz factor and power as observed in AGN jets can be produced with this model, is at present under investigation.

N. Roos (KUN and RUL) has investigated the possibility that the active nuclei are fuelled by tidally disrupted stars in the gravitational field of a massive black hole. The gas from disrupted stars has a broad distribution of binding energies and about half fall back into the black hole, fuelling the central engine. The other half is expelled from the stars with high velocities and could be associated with the broad line region. A fuelling rate of about $1 M_{\odot}/\text{yr}$ is required to explain the observed level of activity.

5.3.2.5. Large Scale Structure in the Universe

V. Icke and R. van de Weygaert (RUL) continued their theoretical investigations of the large scale structure of the universe using Voronoi tessellations as a description of the distribution of galaxies on large scales. Van de Weygaert showed that the result of locally inhomogeneous expansion is a "Voronoi foam", which can be considered as the skeleton of the matter distribution in the Universe. A stereo pair of three Voronoi cells, part of a tessellation of 1000 cells, is shown in Figure 5.3.1. The planes in the tessellation are identified as the pancakes, the lines (where three planes cross) as the filaments, and the vertices (where four filaments cross) as the Abell clusters in the galaxy distribution.

The first comparison of models with the real Universe is usually a look at the two-point correlation function of both galaxies and clusters. Because they identify the vertices with clusters this could be done without further assumptions. Figure 5.3.2. shows the result for a random distribution of 1000 "expansion centres", generating a Voronoi tessellation with 6733 vertices. Both slope (about -2) and amplitude (in dimensionless units) of the vertex-vertex correlation function (dashed line) are in perfect accordance with the cluster-cluster correlation function of Bahcall and Soneira (heavy solid line.) This is even more remarkable if one realizes that all "standard" models of large scale structure formation, including the popular Cold Dark Matter scenario, till now failed to reproduce this correlation function.

Another succes of the Voronoi picture was the reproduction of the observed cluster multiplicity function. By identifying super-clusters in a percolation algorithm, one can find the percentage of clusters lying in superclusters of a certain size. Batuski and Melott had concluded that all "standard" models (CDM, HDM and isothermal) failed to reproduce the Abell catalog multiplicity function by large margins. In this respect it is striking that the Voronoi vertex multiplicity function was within at most 5% of the observed one.

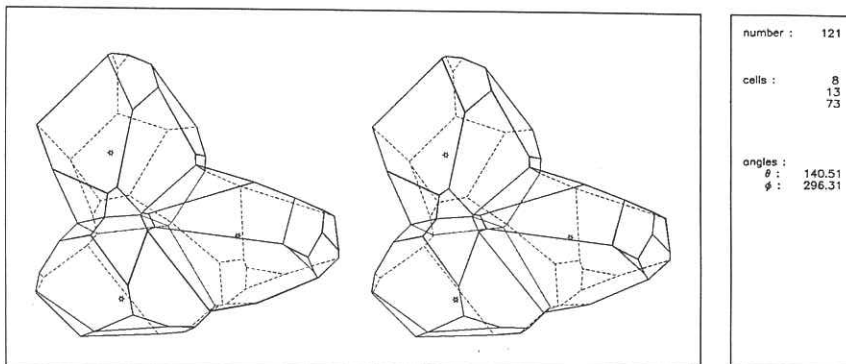


Figure 5.3.1: Stereo pair of three adjacent Voronoi cells. The centres of the voids are indicated by asterisks.

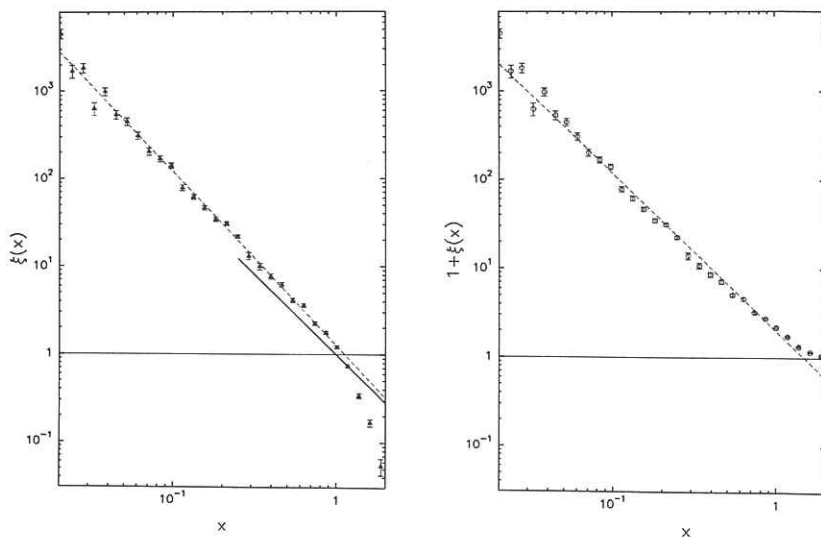


Figure 5.3.2: The vertex-vertex correlation function of a Voronoi universe (dots) compared with the observations (solid line). The error bars on the dots indicate the r.m.s. deviation of the ensemble of models which was run. A power law with index -2 is shown by the dashed line.

5.3.3. Research supported by ASTRON: projects completed in 1989

STELLAR LUMINOSITY FUNCTIONS AS PROBES OF STAR FORMATION HISTORY by, K.J. Mighell

This doctoral dissertation investigated whether the star formation histories of galaxies can be derived from their stellar luminosity functions. Deep VR CCD photometry of a crowded field in the Carina dwarf spheroidal (dSph) galaxy (Cannon *et al.* 1977) was secured with the ESO 3.6 m telescope at La Silla. Three different methods for the production of stellar luminosity functions were investigated and a detailed stellar luminosity function for the Carina dSph was derived. The stellar luminosity function of the Carina dSph was then compared with theoretical stellar luminosity functions from *The Revised Yale Isochrones and Luminosity Functions* (Green *et al.* 1987) and a star formation history for the galaxy was derived which is fully consistent with star formation histories determined by color-magnitude diagrams.

Accurate and precise stellar photometry of crowded fields in nearby Local Group galaxies is possible with the current faint-object CCD instrumentation. Analysis problems due to the deconvolution of blended and undersampled stellar images may be overcome by using two-dimensional Moffat (1969) functions as the Point Spread Functions with the Marquardt (1963) method of non-linear least squares fitting. The algorithm presented in Mighell (1989a) can provide accurate and believable photometry, positions and errors, while simultaneously fitting flat or tilted backgrounds. This algorithm was implemented in the Personal Astronomical WorkStation Photometric (PAWSPHOT) CCD reduction package (Mighell 1989b) and generally produces conservative estimates of stellar photometric errors. This claim has been verified by measurements of simulated and real observations.

The accuracy and precision of the deep VR CCD stellar photometry of the Carina dwarf spheroidal (dSph) galaxy (Mighell 1990a) allowed for the detection of an old (age > 13 Gyr) stellar population in Carina at the main-sequence turnoff magnitude of Carina's intermediate-age stellar population ($V=23$ mag). A careful analysis of the distribution of colours for stars in the magnitude range $22.75 < V < 23.35$ mag yielded an estimate that the old stellar population of the Carina dSph galaxy accounts for 17 ± 4 percent of the total stellar population (probability > 80 percent). The size of the old stellar population suggests that the yield of RR Lyraes is the same for the Carina and Draco dwarf spheroidal galaxies (Saha *et al.* 1986).

Mighell (1990b) showed how stellar luminosity functions are derived from observed stellar luminosity functions by using the bivariate total-discovery probability function or matrix which describes the probability of a star with a true stellar magnitude being measured as an M magnitude star. The production of accurate

and precise stellar luminosity functions requires that total-discovery probability function or matrix be either accurately measured or modeled. This, unfortunately, is not a trivial task. The precise measurement of the total-discovery probability matrix will generally require the detection and measurement of hundreds to thousands of artificial stellar images that must be added to and subtracted from the original CCD observation. This can be easily accomplished by using PAWSPHOT but may very well prove to be prohibitively expensive in terms of computer reduction time if more traditional CCD photometric reduction packages are used.

Three methods were investigated for the production of stellar luminosity functions in Mighell (1990b). It was found that the Δ method of Drukier *et al.* (1988) is best suited for the production of accurate stellar luminosity functions for Local Group galaxies. A detailed analysis of the λ method was made and a method was derived to determine the rms elemental errors of the completeness matrix through the robust statistical analysis of many different realizations of the completeness matrix.

Mighell (1990c) showed that the star formation histories of galaxies can be derived from their stellar luminosity functions. The derivation of star formation histories is easier for intermediate-age stellar populations than for older ($age > 10$ Gyr) populations, because ambiguity problems increase with age due to the metallicity-age-distance degeneracy.

The simple star formation history of an intermediate-age single-burst single-metallicity stellar population can be determined with a stellar luminosity function that has 2000-4000 stars with $1.2 < M_V < 4.8$ mag and bin widths of 0.2 mag. More complicated star formation histories (*e.g.* long bursts of star formation and/or metallicity enhancements/spreads) or older ($age > 10$ Gyr) stellar populations will require more stars to minimize interpretation problems caused by the metallicity-age-distance degeneracy.

The analysis of the deep stellar luminosity function of the Carina dwarf spheroidal galaxy (see Figure 5.3.3.) produced a star formation history (Mighell 1990c) that is fully consistent with star formation histories produced by analyzing color-magnitude diagrams (Mould and Aaronson 1983, Mighell 1990a).

An unexpected result of this doctoral dissertation was the discovery that the apparent distance modulus of an intermediate-age stellar population can be accurately estimated with stellar luminosity function fitting - independent of its star formation history. The apparent distance modulus of the Carina dwarf spheroidal galaxy was found to be 19.8 ± 0.1 mag with yielded a reddening corrected distance modulus for Carina of $(m-M)_0 = 19.72 \pm 0.10$ if the extinction is assumed to be $A_V = 0.08$ mag.

Can the star formation histories of galaxies be derived from their luminosity functions? Yes - but only if accurate and detailed stellar luminosity functions are used that have thousands

of stars with absolute magnitudes in the range of $1.2 \leq M_V \leq 4.8$ mag. The results for Carina suggest that stellar luminosity functions should prove to be very useful probes of the star formation histories of nearby Local Group galaxies.

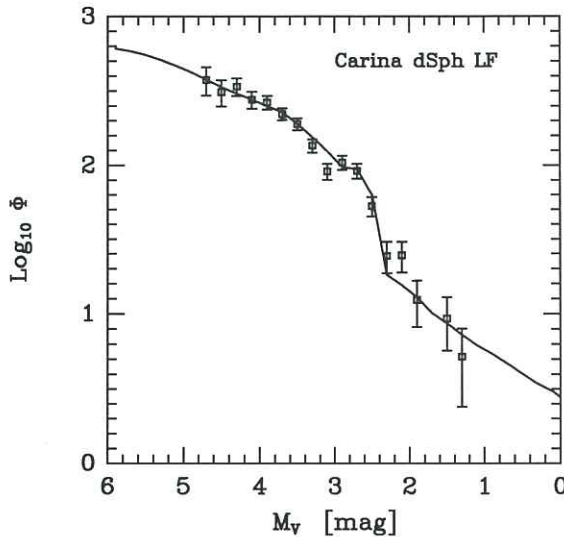


Figure 5.3.3: The deep stellar luminosity function of the Carina spheroidal galaxy (boxes with error bars) is compared with a model luminosity function of a stellar population that formed between 6 and 8 Gyr (10 yr) with $Z=0.004$, $Y=0.24$ and a standard Salpeter (1955) IMF slope value of 2.35. The Carina luminosity function contains 2530 stars in an area of 16.82 arcmin^2 .

References

- Cannon, R.D., Hwarden, T.G., Tritton, L.S.B.: 1977, Mon. Not. R. Astr. Soc. **180**, 81P.
 Drukier, G.A., Fahlman, G.G., Richer, H.B., VandenBerg, D.A.: 1988, Astron. J. **95**, 1415.
 Green, E.M., Demarque, P., King, C.R.: 1987, "The revised Yale Isochrones and Luminosity Functions", Yale University Observatory.
 Marquardt, D.W.: 1963, J. Soc. Ind. Appl. Math. **11**, 431.

- Mighell, K.J.: 1989a, Mon. Not. R. Astr. Soc. 238, 807.
- Mighell, K.J.: 1989b, "The Personal Astronomical Workstation Photometric Reduction Package", Proc. of the First ESO/ST-ECF Data Analysis Workshop, held at the European Southern Observatory, Garching bei München, F.R.G. 18-20 April 1989 (in press).
- Mighell K.J.: 1990a, "The Carina dwarf spheroidal - an old galaxy with a large intermediate age population", Astron. Astrophys. Suppl. Ser., in press.
- Mighell, K.J.: 1990b, "The stellar luminosity function for the Carina dwarf spheroidal galaxy", Astron. Astrophys. Suppl. Ser., in press.
- Mighell, K.J.: 1990c, "The star formation histories of galaxies from their stellar luminosity functions", Astron. Astrophys., submitted.
- Moffat, A.F.J.: 1969, Astron. Astrophys. 3, 455.
- Mould, J.R., Aaronson, M.: 1983, Ap.J. 273, 530.
- Saha, A., Monet, D.G., Seitzer, P.: 1986, Astron. J. 92, 302.
- Salpeter, E.E.: 1955, Ap. J. 121, 161.

5.4. OTHER PROJECTS

782-374-000: Dr. W.E.C.J. van der Veen; *Liaison at 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 Section 2.2.2.3.2.

5.5. FINANCIEEL OVERZICHT PROJEKTSUBSIDIES 1989

In 1989 was een budget van kf 1029 beschikbaar. Hiermee werden 34 onderzoeksprojecten gefinancierd met een totale omvang van 25,8 mensjaren. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de verdeling van de subsidies over de drie werkgemeenschappen.

Tabel 5.5.1: Verdeling van de projektsubsidies over de werkgemeenschappen.

Aantallen onderzoekers-in-opleiding en postdocs

	Posities	Gestart in 1989	Beëindigd in 1989	mj	kosten in kf
Zon en Sterren	11	3	3	7,2	299,3
Interstell. Materie	8	3	2	5,9	237,7
Sterrenstelsels	12	3	3	9,8	354,0
Overigen	1	-	-	1	35,0
UK/NL detacheringen	2	1	-	1,9	103,0
	34	10	8	25,8	1029

Uit de tabel blijkt dat 10% van het budget voor projektsubsidies in 1989 is gebruikt ten behoeve van de Nederlandse mankrachtverplichtingen in het kader van de UK/NL samenwerking. De bijdragen uit de projektsubsidies omvatten de positie van Dr. W. van der Veen, liaison astronoom op ROE sedert 1988, en de positie van Dr. R.G.M. Rutten, support astronoom op La Palma sedert 15 februari 1989. Het reisbudget ten behoeve van de projektmedewerkers (kf. 60) is ten laste gebracht van de exploitatiebegroting van de stichting.

De 25,8 m.j. onderzoeksinspanning omvatten 3,8 m.j. postdocs, 5,7 m.j. promovendi-oude-stijl en 16,3 m.j. onderzoekers-in-opleiding.

De verdeling van de onderzoeksprojecten over de universitaire instellingen was in 1989 als volgt:

Universiteit	mj	aantal posities	gestart in 1989	beëindigd in 1989
Amsterdam (UvA)	4,6	7	3	3
Groningen (RUG)	7,8	10	2	3
Leiden (RUL)	7,4	9,5	2	2
Utrecht (RUU)	4,1	5,5	2	-
	23,9	34	9	8

5.6. ASTRONOMICAL RESEARCH DONE BY THE NFRA STAFF

5.6.1. Introduction

This chapter describes the astronomical research done by the members of the Astronomy group, the Westerbork telescope astronomer and other NFRA staff. Much of the research is done in collaboration with astronomers at Dutch universities and abroad. As in past years the bulk of the research involves the study of extragalactic objects. The main instruments used in the research were the WSRT, EVN and global VLBI networks, Arecibo and the VLA, the JCMT and SEST and the ING telescopes at La Palma.

5.6.2. Galactic research

5.6.2.1. Stars and compact objects

Spoelstra and K.A. van der Hucht (SRON, Utrecht) used the WSRT to monitor the radio flux density of a number of WR-stars. The observations show significant variations in the flux densities of these objects. The radio observations of WR140 (HD193793) at 6 and 21 cm reveal two distinct components in the radio emission: one thermal, believed to be associated with the free-free emission from the stellar wind of the WC7 Wolf-Rayet star, and one nonthermal, thought to be coincident with the region where the winds of the O4-5 star and WC7 star collide and showing variable extinction as it moves in and out of the WC7 star's wind. This project will continue for a few more years. The maximum flux density should be reached in 1990/1991. With De Bruyn they have proposed, and been allocated time, to observe this binary with a global VLBI array in the summer of 1990.

Additional 6 cm data obtained to study (with J. van Paradijs, M. van der Klis, UvA) the double source associated with the X-ray binary Cyg X-3 have been reduced by Strom, and reveal that one of its components is significantly polarized, which may provide interesting limits on the amount of thermal material present. The extended series of 6 cm observations have now been examined for patterns in the light curves. They reveal, rather surprisingly,

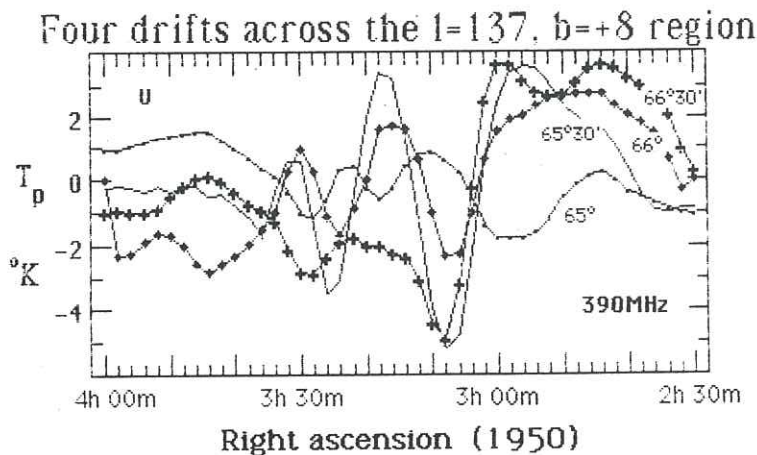
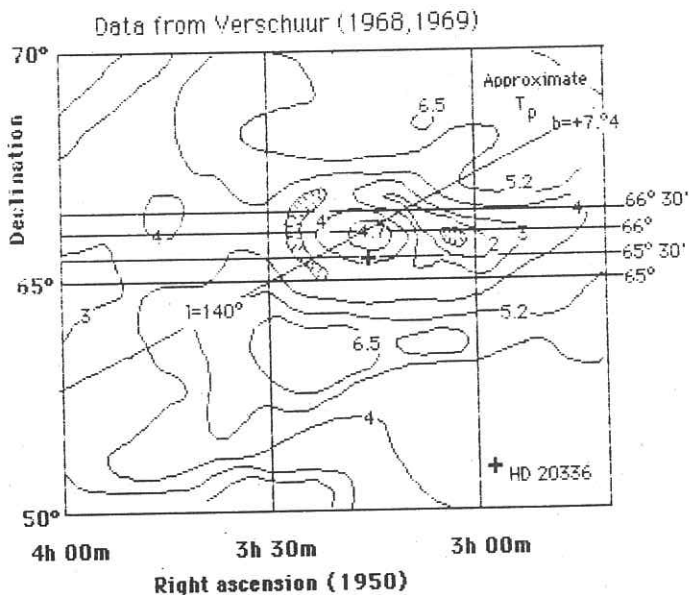


Figure 5.6.1.a/b: *Top*: The hole in the region of high polarization around $l=137^\circ$, $b=+7^\circ$ as mapped at Jodrell Bank. Drifts were obtained with the 300 foot telescope at the declinations indicated. *Bottom*: The antenna temperature indicating the magnitude of the Stokes parameter U as a function of right ascension across the region of the polarization hole shown in the top figure.

the presence of some periodicity near 4.95 h, significantly different from the 4.8 h X-ray period. Much of this data reduction has been done by L. de Grave (UvA).

Strom and Van Someren Gréve have continued reduction of their observations of pulsars. In particular, the work on pulsar positions has been completed and prepared for publication. They find that some 10 pulsars have positions which could be significantly improved by the technique, and several cases of timing positions with large deviations have also been discovered.

5.6.2.2. Diffuse emission

With G.L.Verschuur (unaffiliated) Spoelstra finished the analysis of test observations of linear polarization at 390 and 826 MHz done with the 300 ft Green Bank telescope in February 1987. The regions observed were an area around $l=137^\circ$, $b=+8^\circ$ and an area in the North Polar Spur. The aim of the tests was a feasibility study for a survey of selected regions of the sky. Due to instrumental problems only the Stokes parameter U could be measured properly. However, the limited data at 390 MHz show that the 30' beam detected polarization brightness temperatures, T_b^P , 4 to 6 times larger than found in surveys with a 78' resolution. Figure 5.6.1. is a reconstruction of drift scans showing the variations in T_b^P in this area at 408 MHz observed by Baker and Wilkinson (1974) with 78' resolution. The Green Bank data for only Stokes parameter U (Q was not available) are given in Figure 5.6.1.b for the 390 MHz observations. Also much more structure was observed in both areas, although the polarization structures appear to be unresolved in the North Polar Spur region (Verschuur and Spoelstra, 1989, in press). High resolution observations will be required for better understanding of the magneto-ionic properties of the interstellar medium. Such observations have already been made with the WSRT at 327 MHz for various regions off the plane by M. Wieringa and P. Katgert (RUL) and De Bruyn as described in last year's report (see also below).

De Bruyn and summerstudent K. Wood (Glasgow) analysed the polarization structure observed in the very deep 92 cm synthesis observation obtained in 1988 on a field centered at RA=08h36m, Dec=+70°. This field is centered at a galactic location of $l=143^\circ$, $b=+35^\circ$, i.e. at a much higher latitude than the field described in last years annual report which was centered on the object OH471 ($l=172^\circ$, $b=+18^\circ$). Again very high polarization brightness temperatures, sometimes going up to 10-20% of the estimated nonthermal background, were found but the structure is more erratic than in the OH471 field. Very curved filamentary features with a width of 5'-10' are seen, sometimes with large gradients in the polarization angle transverse to the long axis of the filaments. The fact that at all locations observed, whether at low or high galactic latitude, the sky is highly polarized at 92 cm indicates that we are dealing here with the nonthermal galactic background emission

within a region of about 500 pc from the sun. More detailed studies of selected areas are being planned.

5.6.2.3. Supernova remnants

Strom and H. Greidanus (RUL) have written up their results of the TAURUS H α observations of CTB80. Nearly final drafts describing infrared observations of Cas A and RCW86 were also prepared. Work was also done on the interpretation of infrared observations of the Crab Nebula and there was some consideration given to the reduction of the recently (last September) obtained 20 μ m data on Cas A and Kepler. The TAURUS observations of the Cygnus Loop form the major task still remaining.

At the end of August, word was received that PATT had granted 3 nights of UKIRT time to observe Cas A at 20 μ m. These observations went extremely well, each night being cloud-free and perfect for 20 μ m observing.

The aims of the project were fulfilled, and preliminary analysis indicates that the presence of the IR knots found the previous year has been confirmed, and possibly emission in other places as well.

5.6.3. Extragalactic research

5.6.3.1. Normal galaxies

5.6.3.1.1. Interstellar medium

Braun has continued his work on the interstellar medium in nearby galaxies. This has consisted of analyzing the database obtained together with R. Walterbos (U.C.Berkeley) and E. Brinks (NRAO) on M31, as well as continuing the data acquisition for a sample of nearby galaxies together with J. van Gorkom (Columbia), R. Walterbos, R. Kennicutt (Steward) and C. Norman (STScI). The primary goal of these studies is to understand the phase and energy balance of the interstellar medium in normal galaxies. Most of the important physical processes are in some way associated with massive star formation, so that the study of such regions figures prominently in this program. The database for the north-east half of M31 currently consists of VLA HI with 10", 5 km/s resolution, 6.6 K sensitivity; VLA 20 cm continuum with 5" resolution, 30 μ Jy sensitivity; KPNO CCD imagery of 19 fields of 6 by 6 arcmin in H α with 1 pc/cm⁶ sensitivity, [SII], R and B; INT TAURUS cubes of 8 fields of 5 arcmin diameter in H α with 2.5", 8 km/s resolution. The first two data papers describing the VLA HI and 20 cm continuum were completed this year, as well as a variety of conference proceedings highlighting various aspects of the project. A third major data paper is in preparation now that the final calibration has been determined for the H α and [SII] imagery and editing is complete of the source catalog with its 967 entries of planetary nebulae, supernova remnants, HII regions and super-shells which can be identified on the basis of accurate fluxes in

both these lines. While analysis of this database continues, data acquisition is well underway for the extension of this research to a sample of 11 galaxies within about 4 Mpc; NGC 55, 247, 2366, 2403, 3031, 4236, 4244, 4736, 4826, 5457 and 7793. The current database consists of: VLA HI with 5", 5 km/s resolution, 29 K sensitivity (at the full resolution) and KPNO CCD imagery in H α and [SII] of the northern galaxies. Planned extensions will include narrow band imagery and spectroscopy of the southern galaxies, molecular line imaging and UV absorption measurements with HST.

5.6.3.1.2. Discrete objects

De Bruyn continued his radio studies of extragalactic supernova remnants. With P. Wilkinson (Jodrell Bank) a paper was written on the brightest compact radio source in M82, designated 41.9+58. It is believed to be a member of a small group of exceedingly bright radio supernova remnants which reach power levels of 50-100 times that of the more normal examples of its kind. They have therefore been christened "radio hypernovae remnants". The radio remnant of a SN that exploded in the galaxy NGC 4449 about 100 years ago also belongs to this class. A new 6 cm WSRT observation done in July 1989 shows that its flux density has been steadily decaying over the past 10 years at a rate of about 3-4% per year, somewhat less than previously thought. The brightest and most recent extragalactic supernova remnant in this ultra-luminous class is SN1986j which exploded in the galaxy NGC 891 sometime in 1982/1983. It is being studied by O'Dea, Baum, van der Hulst (RUG) and de Bruyn at all four frequencies available at the WSRT. At 49 cm wavelength the object is still on the rising branch of its light curve; at 6 cm, however, it has steadily decayed in the last three years while at 21 cm the light curve shows a very broad maximum lasting several years. Optical observations (in service mode) were obtained with the WHT and INT in late 1988 and early 1989 and show that the emission line spectrum show two distinct components, one of which has decayed rapidly since the first optical spectrum was taken in September 1986.

5.6.3.1.3. Global properties

Tacconi continued her study of the nearby galaxy NGC 6946. She and S. Xie (U. of Mass.) used the JCMT to observe the ^{12}CO J=2-1 and J=3-2 lines at 230 and 345 GHz respectively, across two spiral arms in this galaxy. The goals of the project are to examine the role that arms play in the distribution and kinematics of the molecular gas in this galaxy, to investigate the effect that the spiral arms have on the massive star formation efficiency, and to place constraints on the degree to which gas temperature variations influence gas emission enhancements. The CO peaks are largely confined to the blue spiral arms of the galaxy, with arm-interarm contrasts of up to 4. Preliminary results were presented as short talks at the "ISM in Galaxies" conference in

Wyoming and at the YERAC 1989. Tacconi, R. Ball (LLNL/UC Berkeley) and S. Xie further worked on analyzing and comparing the JCMT ^{12}CO J=2-1 observations with VLA HI (C-array) data and an H α image of NGC 6946. This work resulted in a poster paper which was given at the AAS meeting in early January 1990. Some very surprising results were seen in the data. In all of the spiral arms of this galaxy, the HI emission structures are very similar to those seen in H α , but there is not always a detailed coincidence between the emission peaks (see Figure 5.6.2). Furthermore, although the CO emission (from the two spiral arms which were mapped) is largely confined to the optical spiral arm regions, the CO peaks are displaced from the major H α emission regions. When all data are convolved to the same resolution (22") there is no correlation between the CO emission and either the H α or the HI flux, but a Spearman rank analysis shows that the HI and H α emission are very well correlated. Assuming that the spiral arms of NGC 6946 are trailing, and given the HI velocity field, the CO peaks are located upstream from the HI and H α peaks. Tacconi finished the reduction of ^{12}CO J=1-0 data observations from 7 S0 galaxies which she and H. van Woerden (RUG) obtained at the SEST. One object in particular, NGC 1326, shows some very interesting features. Tacconi constructed a simple numerical model to produce synthetic spectra given an initial gas spatial and velocity distribution within the galaxy. From model fits to the data, she finds that the best fitting gas distribution for NGC 1326 is one in which all the gas is confined to a thin ring lying 22" from the center. More complete mapping of this object and several other S0 galaxies is underway. The authors wish to investigate whether such molecular rings are a common feature in these early-type systems. To determine the distribution of the atomic component as well as the molecular component of the ISM in S0 galaxies, VLA HI observations were made in 2 of the CO sample objects. Since the objects have southern declinations, the hybrid CD array was essential for the project. Comparisons of the distribution of CO emission with those of the HI and of optical light and colour will be important for an understanding of the role of molecular clouds in star formation in S0 galaxies, for an assessment of the evolutionary status of gas rich S0 galaxies, and as a possible clue to the origin of the gas in such systems. Thus far these comparisons have been impossible to make, since very few S0 galaxies have been mapped both in the CO and HI lines.

L. Tacconi, L. Tacconi-Garman, and summer student J. Spitzak (Massachusetts) began the data reduction of WSRT 21 cm line observations of six dwarf irregular galaxies. These observations are being used to test current models of molecular cloud self-shielding, as well as to study the kinematics of these systems. Reduction was nearly completed on four of the objects before John had to return to the USA. The HI emission in all cases is distributed in large clumps throughout the optical disk and does not

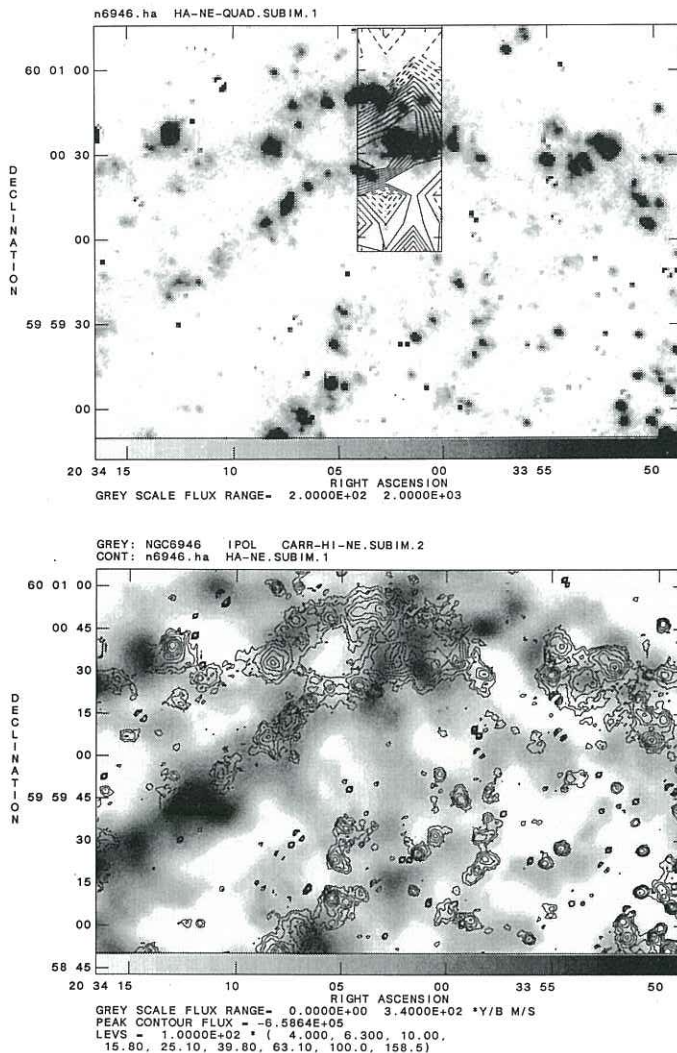


Figure 5.6.2: A comparison of the CO, HI and H α emission in the bright NE spiral arms of NGC6946. The top panel shows the CO J=2-1 contour map of this arm superposed on a grey-scale representation of the H α image. The solid contours indicate region of lower than average CO brightness. The CO peak lies just at the western edge of the current map. The bottom panel shows a contour representation of the H α emission.

extend much beyond D_{25} unlike the HI distributions of spiral galaxies. The velocity fields of the four systems seem to be rotation dominated rather than dispersion dominated.

Tacconi made ^{12}CO observations at the NRAO 12 meter telescope and reduced the data for a sample of dwarf irregular galaxies. The ongoing project, in collaboration with F. Israel (RUL), is investigating the statistical properties of CO emission from actively star-forming (blue) and quiescent (red) dwarf irregular galaxies. Although these galaxies are extremely difficult to detect in CO, presumably because of their extreme metal deficiencies, the preliminary results show that those galaxies which are detected have high far-infrared/blue luminosity ratios. This suggests that the lower limit to the CO emissivity (and thus the molecular cloud temperatures) is governed by direct photon heating. A larger detected sample is needed to confirm this trend, and the authors plan to continue the survey.

Tacconi and J.M. van der Hulst (RUG) continued their multi-wavelength study of the peculiar late-type galaxy NGC 2976 to investigate the extent to which an interaction with M81 may have affected the star formation history of this galaxy. During INT service time, van der Hulst, Tacconi and P. Wesselius (SRON, Groningen) obtained H α , H β , and blue and red continuum images of this galaxy. The H α emission is largely confined to two large, symmetrically placed regions near the ends of the disk, coincident with the strong peaks found in the HI, radio continuum, and FIR data. These emission peaks are characterized by peak HI column densities of 1.6×10^{21} atoms/cm 2 , each containing more than 3.5×10^7 M $_{\odot}$ of atomic gas over a $\sim 1 \times 1$ kpc region. Combined, these two regions contain more than half of the HI flux and 40% of the H α flux that we observe. The symmetric location of the peaks with respect to the nucleus suggest that they have a dynamical origin, such as the hot spots located at the ends of a bar. However, the HI velocity field shows no signature of the presence of a bar.

5.6.3.2. Active Galactic Nuclei

5.6.3.2.1. Seyfert galaxies

Baum worked on the reduction of interim WSRT 6 cm observations (with O'Dea, De Bruyn and A. Pedlar (Jodrell Bank)) of 3 Seyfert galaxies. The observations were taken to search for diffuse, tens of arcsecond scale, radio emission in Seyfert galaxies which show high excitation emission line gas at large distances from the nucleus aligned with the radio source axis. Reduction was completed for 2 or the 3 sources and in both sources extended, low surface brightness radio emission was detected. In one case (Mkn6), the largescale radio emission is two sided, aligned with the minor axis of the galaxy, somewhat off-axis from the sub-arcsecond scale radio source and the axis of the extended emission line gas. Furthermore, the radio emission to the north looks more

like a bubble than a canonical lobe fed by a jet. Follow-up observations with the VLA are in the planning stage.

De Bruyn continued his collaboration with G. Stirpe (Bologna) in the analysis of high resolution, high S/N ratio spectra of a number of Seyfert galaxies. He is co-author on a few articles that appear in Stirpe's thesis and which was successfully defended in October. The results of the 1987 monitoring campaign at La Palma of three Seyfert 1 galaxies, included as Chapter 3 of the thesis, reveal that a significant fraction of the BLR emission in these three Seyfert galaxies is contained within a region of less than one light month in diameter. The changes of the emission line profiles during the two-months timespan of the campaign suggest that radial outflow is unlikely to be the main broadening mechanism for the line profiles. Because the time scale of the variations can be so rapid, a dedicated campaign of at least 4-5 months, with weekly observations, is required to make progress in this area. In order to have a reasonable chance to witness some dramatic variations in the continuum intensity and line profiles within such a timespan a large number of objects should be observed. The Lovers of Active Galaxies (LAG) consortium, which put in a successful bid for the 1989 (and part of 1990) time available on the Canarian Islands Telescopes (the 5% CCI international time), provided the framework to attempt such a campaign. At a mini-workshop in Dwingeloo, attended by 15 astronomers from all over Europe, at the end of the year the strategy, observing sample and observational setup for this campaign was detailed. The observations will commence at the start of 1990 and will last until early June. De Bruyn acts as international coordinator for that part of the program that deals with the monitoring of six Seyfert galaxies and two quasars.

5.6.3.2.2. Radio galaxies and Quasars

Baum, T. Heckman (John Hopkins) and W. van Breugel (Berkeley) obtained long slit optical spectra at multiple position angles for 25 radio galaxies using the KPNO 4 m telescope, with the main intent of mapping the kinematics of the emission line gas and a secondary intent of measuring line ratios. The spectra cover the range from [OI] 6300 Å to [SII] 6731 Å, with a resolution of 3 Å. They observed a very large range in line ratios with the ratios typically showing much more variation from source to source than within a source. Systematic variations are generally not seen within a source, though there are exceptions to this. However, abundances and/or ionization mechanisms/parameters do vary from source to source. They also find that there is a correlation between the line ratios observed in the extended gas and the kinematic properties of the gas. There is a tendency for the isolated, FR II-type classical double radio sources to show the lowest ratios of [OI] and [SII] to H α and for the gas in these sources to be in rotation. The (not deprojected) rotational velocities are in

the range $V_{rot} = 100 - 300$ km/sec, much larger than the rotational velocities of typical elliptical stellar systems. These sources show the lowest ratios of [NII] and [SII] to H α , as well as very low [OI] to H α ratios. The low line ratios may reflect a higher ionization parameter in the powerful radio galaxies. An alternate possibility is that the lower line ratios reflect lower chemical abundances. This would be consistent with a picture in which the gas has been tidally acquired from dwarf galaxies and the outer parts of spirals. Thus, it is likely that the gas in these systems is acquired in tidal interactions, as it is difficult to envisage a mechanism by which gas with so high an angular momentum can be acquired through cooling accretion flows. This is consistent with the imaging results for powerful edge-brightened radio galaxies, which show frequent disturbances in the optical continuum isophotes of these galaxies (Heckman et al. 1987; Baum et al. 1989). On the other hand, sources at the centers of clusters (or subclumps in clusters) tend to show higher ratios of these lines and to have gas whose kinematics is dominated by turbulence, and does not show systematic motions. They exhibit a wide range in radio power, but less than half have edge-brightened (FRII) radio morphologies. The line ratios show the highest ratios of [NII] and [SII] to H α , and a bi-modal distribution of [OI] to H α , with one group of sources showing very high [OI] to H α ratios, while for the other group we measure only low upper limits to the [OI] to H α ratios. The nuclear velocity dispersion of the gas is generally high relative to the rotators and comparable to elliptical stellar velocity dispersions. In most of these sources, the emission line gas may merely be the recycling interstellar medium/intracluster medium of the host galaxy. The higher observed [NII] and [SII] to H α ratios may reflect the dense surrounding environment in a number of ways; higher temperature in the gas via increased importance of shocks in confinement and/or ionization; lower ionization parameters (higher densities of emission line gas or weaker central engine); or higher abundances in the emission line gas.

Following the serendipitous discovery of a giant, Mpc-sized, radio galaxy/quasar at the edge of the Perseus cluster (described in last years report and published in Astron. Astrophys. at the end of the year) De Bruyn obtained further higher resolution 6 and 21 cm observation with the WSRT. These data (see Figure 5.6.3) show that the northwestern lobe of this radio source is fed by a large scale wiggling jet. Theyak features in a counter jet are also visible on the other side of the core at 21 cm. At 6 cm the lobes are too faint to be detected and only the very bright core and the inner part of the jet remain visible. The shape and direction of the large scale jet suggest that the flow direction of the nuclear plasma has not changed by much over the lifetime of the source. This, and the extremely bright variable emission of the core, are consistent with the notion that the source is indeed

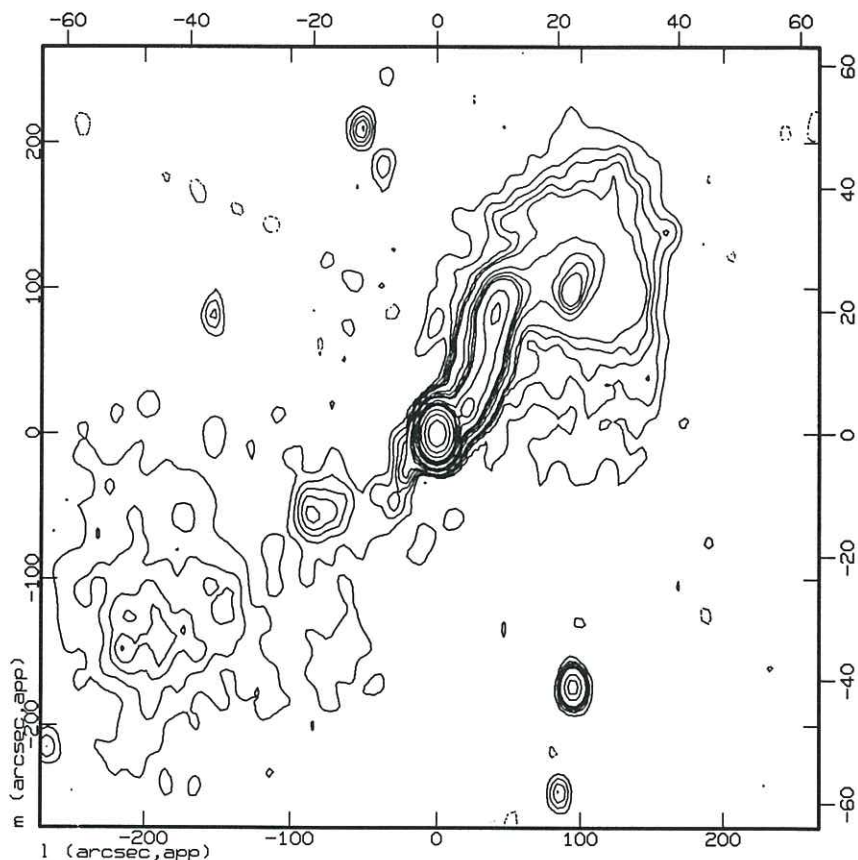


Figure 5.6.3: WSRT image of the giant radio galaxy/quasar 0309+411 at wavelengths of 21 cm. The object has a very dominant core (about 400 mJy, variable). The south-eastern lobe is largely unresolved and of too low surface brightness to show up in the higher resolution 6 cm data (not shown). Note the curved jet feeding the north-western lobe; it contains several distinct knots.

directed at a small angle to the line-of-sight making it, next to 3C236, the second largest known radio source in the sky.

De Bruyn and O'Dea continued reduction of the 21 cm observations of the source 3C111 in search for the very small amounts of circular polarization expected to be present in the core and hot spots of this classical edge-brightened triple radio source. The large intensity of the hot spots, 2 Jy per beam area, should, in theory, permit the detection of very small (about 0.01-0.02%) amounts of circular polarization. Tantalizing evidence for circular polarization was found at a level significantly larger than this (0.1%), in both the hot spots and the core, but further reduction and analysis is awaiting the completion of dedicated software to handle the subtle instrumental effects at work when aiming for this level of accuracy in sources which also show large fractions of linear polarization.

O'Dea completed reduction of the INT deep CCD observations of GPS sources which are empty fields on the Palomar Sky survey (with Baum, and summer student G. Morris). A paper was completed and submitted to Astron. Astrophys. The most interesting result obtained is that 5 (about 60%!) of the 8 galaxies imaged show significant distortion of the isophotes including bimodal structure, fans, tails, and 'S' shapes. This is twice as many as expected based on imaging of classical double sources and suggests that these GPS sources have experienced recent merging or interaction. This is consistent with the hypothesis that GPS sources are very young radio galaxies, though other interpretations are also possible.

O'Dea and Baum guided summer student C. Stanghellini (Bologna) through his project (a collaboration with Patnaik (Jodrell Bank and Tata Institute) and Gopal-Krishna (G.M.R.T project)). Stanghellini reduced and analyzed multifrequency VLA observations of 18 candidate GHz-peaked-spectrum sources. The new multifrequency core spectra resulted in the discovery of a sub-population of sources with very narrowly peaked spectra, i.e., with steep high frequency spectra and steep low frequency turnovers. The steep low frequency turnover could be caused by very tight confinement of the compact radio source. The sources also tend to have very low fractional polarization (0.5%) and two have very high Faraday rotation measures (observed value ~ 650 rad/m²). For 0552+398, the correction to the rest frame of the quasar ($z=2.365$) results in an intrinsic RM of 7400 rad/m² which is currently the largest known in a compact source. Extended emission is detected in four sources, though it tends to be weak and diffuse. These results support a scenario suggested by Baum et al. in which the host galaxy of the GPS source has recently acquired a large amount of gas and dust from a companion. In this hypothesis, the dense gas has smothered the radio source, confining it to the nucleus and cutting off the supply of energy to the extended

structure which then becomes weak and diffuse. The gas produces the depolarization and large rotation measures seen.

Nan Rendong (Beijing, visiting) and Schilizzi continued work on the 50 cm observations of 24 of the 3CR Compact Steep Spectrum sample. Maps with dynamic ranges of 100 to 200:1 have been obtained from the short cut observations.

In preparation for a talk at IAU Symposium 140, Strom analyzed the polarization properties of a sample of compact sources and finds evidence for depolarization in these objects which probably takes place in a gaseous halo surrounding the optical parent object. The amount of material present is consistent with densities implied by X-ray observations of early-type galaxies and the depolarization of more extended radio sources. The data imply, moreover, that magnetic field strengths probably do not deviate greatly from equipartition values.

Strom has also written up WSRT observations of the peculiar BL Lac object 1803+784, work done in collaboration with P. Biermann (MPIfR, Bonn). The 21 cm observations reveal the presence of a single weak component some 45" arc in extent, making this a rather large D2 source. This emission runs almost perpendicular to the dominant VLBI components. The source is also unusual since its spectrum remains nearly constant between 15 GHz and 38 MHz, which leads to a prediction that additional compact components (of size 30 mas to several hundred mas) must dominate the emission at 1 GHz and lower frequencies.

During the visit which R.G. Conway and G. Holmes (both Jodrell Bank) made to Dwingeloo, Strom worked with them on the reduction and analysis of 49 and 92 cm observations of extragalactic (mainly double) radio sources. The primary goal is to determine component polarizations and, in combination with existing shorter wavelength observations, study component depolarization. A preliminary conclusion is that once depolarization has set in, it does not completely eliminate all the polarization present. This has led to the idea that there must be two components of depolarization, and that some of the polarization arises in a region of low ambient or internal density.

5.6.3.3. Clusters of Galaxies

Baum and O'Dea analysed VLA observations at 90, 20, 6, and 2 cm of the radio source PKS0745-191 at $z=0.128$ which is located in the center of a rich cluster of galaxies reported to have a 'cooling flow'. The source has an amorphous morphology which is unexpected, given its high radio luminosity (Figure 5.6.4). The source lacks clear evidence of a jet, hotspots or lobes. The spectral index is very steep $\alpha = -2$. They suggest the following picture of the radio source. The high luminosity and steep spectral index are caused by the tight confinement of the radio source by the dense intracluster medium. The low polarization is caused by large Faraday rotation measures and/or gradients

produced in the ICM. The amorphous morphology is caused by disruption of the radio jets on a scale less than 1 kpc as they experience a large pressure change at the sonic radius of the cooling flow. The radio plasma then drifts buoyantly upwards in the galactic/cluster potential well. Alternately, a change in ejection axis of the radio jets (caused by a merger?) could account for the amorphous morphology. This source is probably a member of a class of radio sources whose properties are strongly influenced by their location in the center of a rich cluster (e.g., M87, 3C84, 3C317). In 0745-191 the radio source is sufficiently powerful that it could resupply the energy radiated by the gas in the 'cooling flow'. In any case the source is an important supply of cosmic rays, magnetic fields, heat, and possibly kinetic energy in the cluster center.

O'Dea traveled to Arecibo in mid April to carry out observations (in collaboration with H. Payne (STScI)) to search for HI with broad line widths in clusters of galaxies. This is the first sensitive search with Arecibo capable of detecting HI with line widths comparable to or greater than the cluster velocity dispersion. The candidate objects for this search are HI clouds in the intracluster medium which may be primordial or stripped from galaxies or which have condensed from a cooling flow. The preliminary results so far indicate that no more than 10^9 - 10^{10} $M_{\odot}$ of HI with broad line widths is present within the inner ~ 100 kpc of the observed clusters. There is evidence for very broad features (~ 3000 km/s FWHM) is present in 4 clusters but this is in need of confirmation.

5.6.3.4. Cosmology

Baum supervised summer student T. Calovini (Socorro) in the reduction of 49 cm spectral line WSRT observations. These observations were taken in order to search for signs of molecular and neutral gas at redshifts of ~ 1.3 and ~ 1.7 , through observations of the redshifted HI and OH lines. In a preliminary reduction of the data, Calovini found no evidence for a detection.

De Bruyn reduced multiple 12-hour syntheses at 324 MHz of a field centered near the high redshift radio galaxy 0902+34 discovered by Lilly. The data were taken in the spring of 1989 with the new 327 MHz system which has a wider, 5 MHz, bandwidth and a lower system temperature, about 130 K, compared to previous experiments. The redshift of this object, $z=3.4$, is such that HI emission or absorption will be redshifted down to 324 MHz, within the frequency range accessible with the WSRT. Data were taken with both narrow, for an absorption search, and broad velocity resolution, for an emission search. No hydrogen has been detected in absorption against the 10" radio source, nor was emission found in an area equivalent to tens of Mpc on the sky at the redshift of the object. The analysis has, however, not yet been concluded and not all data have been reduced.

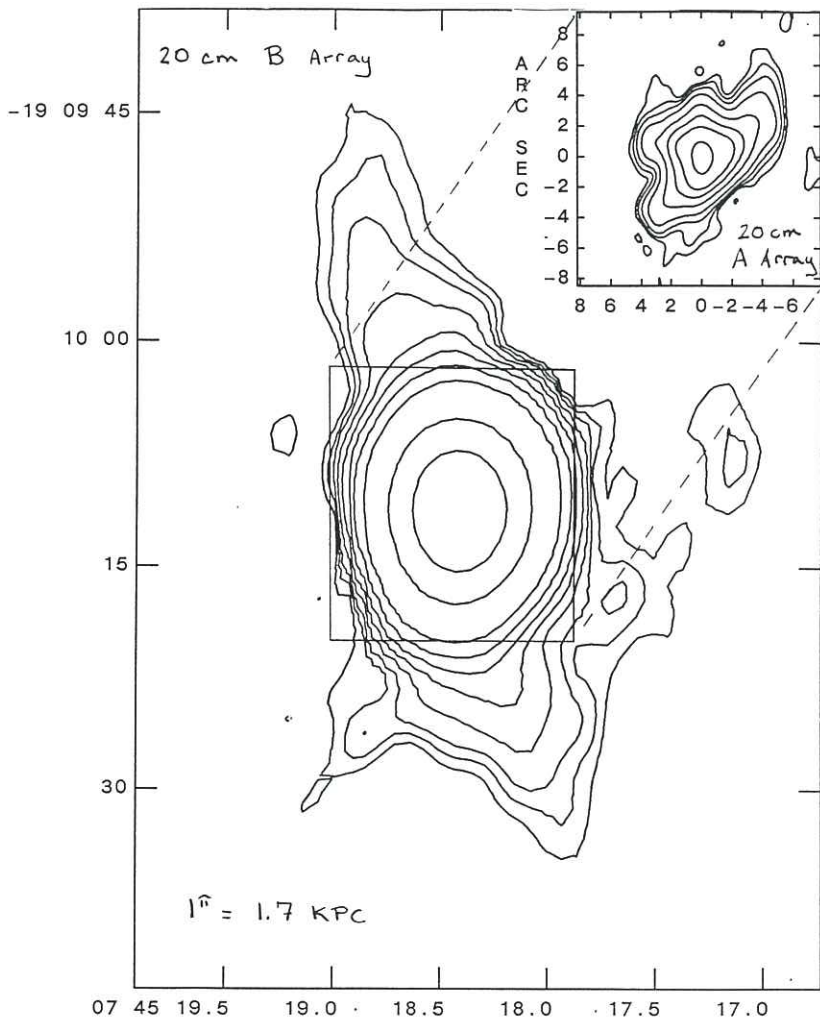


Figure 5.6.4: 20 cm VLA B-array map of the source 0745-19 with the VLA A-array map as an insert. The beam size is $5.9'' \times 3.8''$ ($pa -4^\circ$) and $1.8'' \times 1.0''$ ($pa 0^\circ$), respectively. Contour levels are at 0.6 mJy/beam times (-5, -3, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 25, 300, 1000) in the B-array map and at 0.22 mJy/beam times (-3, 3, 6, 12, 30, 100, 250, 500, 1500) in the A-array map.

The first analysis of 1351-018, one of the $z > 3$ quasars mapped with a global VLBI network at 6 cm, has been carried out by Wan Tongshan (Shanghai, visiting) and Schilizzi. The structure is dominated by an unresolved component, but there is faint extended (5 mas) emission to be seen surrounding it.

Schilizzi carried out preliminary data reduction of 92 cm global VLBI observations of high redshift galaxies in a project with G.K. Miley (RUL) et al. The observations were made in June 1989, and were found to have a very short coherence time due to the active ionosphere associated with the current solar maximum. A number of sources have, however, been detected.

6. ORGANISATIE (per 31 december 1989)

6.1. Bestuur en Raad van Advies van de Stichting Astronomisch
Onderzoek in Nederland

	Einde termijn
Bestuur:	
Prof. Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter	31-12-1990
Prof. Dr. H. van Woerden	31-12-1991
Prof. Dr. W.B. Burton	31-12-1992
Ir. C. Kramer	31-12-1990
Dr. Ir. J. van Nieuwkoop	31-12-1991
Prof. Dr. M. Kuperus, vice voorzitter/secretaris	31-12-1992
Prof. Dr. J.A. van Paradijs	31-12-1992

Raad van Advies:

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

Uitvoerend secretaris:

Prof. Dr. W.N. Brouw
Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
Postbus 2
7990 AA DWINGELOO
tel. 05219-7244
telex: 42043 srzm nl
telefax: 05219-7332

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.

6.2. Direktie

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

6.3. Commissies

Programma Commissie

Dr. F.P. Israel, voorzitter
* Dr. R. Braun
* Prof. Dr. W.N. Brouw
Dr. C.P. O'Dea
* Dr. A.R. Foley
Dr. J.M. van der Hulst (vanaf 1 juli 1989)
Dr. P. Katgert
* Ir. H.C. Kahlmann
Prof. Dr. G.K. Miley
Dr. A. Pedlar
Prof. Dr. R. Sancisi (tot 1 juli 1989)
Dr. U.J. Schwarz

* leden qualitate qua

Buitenlandse Adviseurs

Dr. J.M. Beckers	ESO	Duitsland
Dr. D. Downes	IRAM	Frankrijk
Dr. R.D. Ekers	ATNF	Australië
Prof. V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India
Prof. Sir Francis Graham Smith	Jodrell Bank	Engeland

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.

Samenstelling commissies Landelijke ASTRON Werkgemeenschappen

LWG Zon en Sterren

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

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

Leiden - Dr. J. Lub
(RUL)

Groningen - Prof. Dr. H.R. Butcher
(RUG) - Dr. J.W. Pel

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

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

LWG Interstellaire Materie

Tussen haakjes zijn de plaatsvervangers vermeld.

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 - Prof. Dr. W.B. Burton
(RUL) - Dr. V. Icke
- Dr. P. Katgert
- Prof. Dr. G.K. Miley, voorzitter
- Drs. R.S. Le Poole

Utrecht - Dr. A. Achterberg
(RUU) (Dr. J.M.E. Kuijpers)

--- - Prof. Dr. W.W. Shane

6.4. Dienst Commissie (DC)

Ir. E.E.M. Woestenburger, voorzitter	
Dr. F.M. Olzon, secretaris	(DC-zaken)
D. Hoogenraad, vice voorzitter	
A. Doorduyn	(uitzendzaken)
G. Kuper	(DC-zaken)
H.J. Stiepel	(VGW- en BGD-zaken)

6.5. Magazijncommissie

J.F.N. Roosjen - voorzitter
P.H. Riemers - secretaris
P.C. Jager
R. Kiers
N. Schonewille
H.J. Stiepel
P.A. Wesdorp

6.6. Meetinstrumentencommissie

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

6.7. Algemene kontakten voor popularisering

Dr. Ir. C. Slottje
D. Hoogenraad

6.8. Stuurgroep UK/NL Samenwerking

Prof. Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter
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. J.A. van Paradijs
Dr. E. Raimond
Prof. Dr. C. Zwaan

6.9. Nederlandse lidmaatschappen van UK/NL commissies
(per 31 december 1989)

Commissie	Lid	Plaatsvervanger
PATT		
TAG La Palma	Dr. J.M. van der Hulst	
TAG UKIRT	Dr. R.G. Strom	
TAG JCMT	Dr. F.P. Israel	Dr. W.H.W.M. Bolland
La Palma Users	Dr. J. Lub	Dr. P. Katgert
Committee	Prof. Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter	
JCMT Users	Dr. F.P. Israel	
Committee	Dr. P.R. Wesselius	
UKIRT Users	Prof. Dr. G.K. Miley	
Committee		
La Palma	Prof. Dr. H.R. Butcher	Prof. Dr. W.N. Brouw
Management		
Joint Steering	Prof. Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter	
Committee	Prof. Dr. W.N. Brouw	
JCMT Board	Prof. Dr. W.B. Burton	
	Prof. Dr. W.N. Brouw	
ING Programme	Prof. Dr. H.R. Butcher	
Coordinating	Ir. J.L. Casse	
Committee	Prof. Dr. P.C. van der Kruit	
	Dr. E. Raimond	
JCMT TAP	Ir. E.E.M. Woestenburger, voorzitter	

6.10. Lidmaatschappen (Inter)nationale commissies

Stuurgroep UK/NL samenwerking (secretaris)	Dr. W.H.W.M. Boland
ESO VLT Interferometry Panel	Dr. R. Braun
WSRT Programma Commissie (secretaris)	Dr. R. Braun
EVN VLBI Technical Working Group	Ir. J.D. Bregman
European VLBI Network Consortium Board of Directors	Dr. W.N. Brouw
ESO - council	Dr. W.N. Brouw
ESO Contact Commissie (voorzitter)	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 8	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 40	Dr. W.N. Brouw
James Clerk Maxwell Telescope Board	Dr. W.N. Brouw
Jan Hendrik Oort fonds	Dr. W.N. Brouw
Joint Steering Committee Isaac Newton Group of Telescopes	Dr. W.N. Brouw
Leids Sterrewacht Fonds	Dr. W.N. Brouw
Leids Kerkhoven Bosscha Fonds	Dr. W.N. Brouw
Nederlands Comité Astronomie	Dr. W.N. Brouw
Nederlandse Commissie voor Geodesie	Dr. W.N. Brouw
Steering Committee FAST Hipparcos reduction consortium (voorzitter)	Dr. W.N. Brouw
Stuurgroep UK/NL	Dr. W.N. Brouw
European VLBI Programme Committee	Dr. A.G. de Bruyn
IAU Commissie 40	Dr. A.G. de Bruyn
Commissie Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels	Dr. A.G. de Bruyn
Raad van Advies ASTRON	Dr. A.G. de Bruyn
Projekt coördinator UK/NL samenwerking	Ir. J.L. Casse
Stuurgroep UK/NL	Ir. J.L. Casse
ING Programme and Coordinating Committee	Ir. J.L. Casse
IAU Commissie 28	Dr. C.P. O'Dea
IAU Commissie 40	Dr. C.P. O'Dea
WSRT Programma Commissie	Dr. C.P. O'Dea
EVN Technical Working Group (Secretaris)	Dr. A.R. Foley
Nationaal coordinator Studiegroep II CCIR	Ir. H.C. Kahlmann
Inter Union Commission on the Allocation of Frequencies (IUCAF)	Ir. H.C. Kahlmann
Nederlands URSI comité (secretaris)	Ir. H.C. Kahlmann
WSRT Programma Commissie	Ir. H.C. Kahlmann
European Science Foundation committee on Radio Astronomy Frequencies (CRAF)	Ir. H.C. Kahlmann
URSI commission J representative	(voorzitter)
Nationale Voorbereidingscommissie WARC92 (NVC)	Ir. H.C. Kahlmann
ESA Space Interferometry Study Team (SIST)	Ir. J.E. Noordam
UK/NL GHRIL Users Committee	Ir. J.E. Noordam
ADAM Steering Committee	Dr. E. Raimond
Commissie Landelijke Werkgemeenschap	Dr. E. Raimond

Sterrenstelsels	
ST-ECF Working Group on Astronomical Databases	Dr. E. Raimond
Working group on the coordination of astronomical software	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 5	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 8	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 33	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 40	Dr. E. Raimond
European FITS-committee	Dr. E. Raimond
FITS subcommittee of IAU Commission 5	Dr. E. Raimond
Steering Committee on the Remote Use of Overseas Telescopes	Dr. E. Raimond
Stuurgroep wetenschappelijke samenwerking India-Nederland	Dr. E. Raimond
ING Programme and Coordinating Committee	Dr. E. Raimond
JCMT Interferometry Panel	Dr. E. Raimond
COSPAR Commission E on Research in Astrophysics from Space (Executive member)	Dr. R.T. Schilizzi
European Consortium for VLBI (Project manager)	Dr. R.T. Schilizzi
Radio Astronomy Panel, Inter Agency Coordination Group (IACG)	Dr. R.T. Schilizzi
ESA QUASAT Science Team	Dr. R.T. Schilizzi
Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies (IUCAF) (IAU representative)	Dr. R.T. Schilizzi
International Association of Geodesy:	
- Subcommittee on International Radio Interferometric Surveying (IRIS)	Dr. R.T. Schilizzi
- Special Study Group 2.109 on Applications of Space VLBI in the Field of Astronomy and Geodynamics	Dr. R.T. Schilizzi
IAU Commissie 40	Dr. R.T. Schilizzi
IAU Commissie 50	Dr. R.T. Schilizzi
SRON Wetenschappelijke Raad	Dr. R.T. Schilizzi
Committee of European Solar Radio Astronomers (CESRA)	Dr. Ir. C. Slottje
European Physical Society: Solar Physics Section, Astronomy and Astrophysics department	Dr. Ir. C. Slottje
International Association of Geodesy, Special Study Group SSG 2.84	Dr. T.A.Th. Spoelstra
International Association of Geodesy, Special Study Group SSG 4.93	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 8	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 8 - WG on Astronomical Refraction (WGAR)	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 40	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 40 - WG on the protection	Dr. T.A.Th. Spoelstra

of molecular lines	
IAU Commissie 50	Dr. T.A.Th. Spoelstra
European Science Foundation committee on	Dr. T.A.Th. Spoelstra
Radio Astronomy Frequencies (CRAF)	(secretary)
Commissie Landelijke Werkgemeenschap	Dr. R.G. Strom
Interstellaire Materie	
IAU Commissie 28	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 34	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 40	Dr. R.G. Strom
Panel for the Allocation of Telescope Time	Dr. R.G. Strom
UKIRT TAG	
Nederlandse Microgolf Contactgroep	Ir. G.H. Tan
Nederlandse Microgolf Contactgroep	Ir. E.E.M. Woestenburger
Technical Advisory Panel JCMT (voorzitter)	Ir. E.E.M. Woestenburger

7. PERSONEEL (per 31 december 1989)

Voorzitter van de Directie

Prof. Dr. W.N. Brouw

7.1. 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 | a) Mw. L. Flokstra
(tot 1-5-1989)
b) Mw. M.I.F. Berkel
(vanaf 1-8-1989)
Mw. R. Kremers |
| 9. Telefoniste/receptioniste/adm.
medewerkster | |
| 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. Assistent PC-voorzitter | ¹⁾ Mw. H.A. Versteeg-Hensel
(Leiden) |

¹⁾ deeltijd

7.2. Teleskoopgroep

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Hoofd Teleskoopgroep | Ir. H.C. Kahlmann |
| 2. Hoofd waarneembedrijf | a) Dr. P.R. Roelfsema
(tot 1-7-1989)
b) Dr. R. Braun
(vanaf 1-6-1989)
A.C. Hin
A. Wolfers |
| 3. Ontvanger ingenieur | ¹⁾ P. van den Akker |
| 4. Mechanisch ingenieur | G. Kuper |
| 5. Radioastronomisch waarnemer | S. Sijsma |
| 6. Radioastronomisch waarnemer | J.J. Sluman |
| 7. Radioastronomisch waarnemer | J. Tenkink |
| 8. Radioastronomisch waarnemer | H.J. Stiepel |
| 9. Radioastronomisch waarnemer | |
| 10. Systeem technicus analoge techn. | |

11. Systeem technicus digitale techn. J. Weggemans
12. Mechanisch technicus J. Stolt
13. Mechanisch technicus a) A. ter Wiel
(tot 1-6-1989)
b) P. Donker
(vanaf 1-4-1989)
14. Elektro technicus K. Jansen
15. Adm. medewerkster/Telefoniste Mw. A. 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)a) Mw. K.R. van Wijk-Smits
(tot 1-8-1989)
¹)b) Mw. H. Braam-Piel
(vanaf 1-10-1989)
20. Systeem-fysicus vacature

¹) deeltijd

7.3. Centrale Technische Dienst

1. Hoofd Centrale Technische Dienst Dr. Ir. C. Slottje
2. Hoofd Bedrijfsdienst/
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
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) H.J. Steenhuis
(tot 1-12-1989)
14. Electronisch project technicus J. Buiter
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

7.4. Laboratorium

1. Hoofd Laboratorium	Ir. J.L. Casse
2. Wetenschappelijk projectleider	Ir. A. van Ardenne (tot 01-07-1989)
3. Wetenschappelijk projectleider	Dr. Ir. A. Bos
4. Wetenschappelijk projectleider	Ir. J.D. Bregman
5. Wetenschappelijk projectleider	Ir. L.H. Sondaar
6. Wetenschappelijk projectleider	Ir. G.H. Tan
7. Wetenschappelijk projectleider	Ir. E.E.M. Woestenburger
8. Electronisch project ontwerper	A. Doorduyn
9. Electronisch project ontwerper	A. Koeling
10. Elektronisch project ontwerper	Ing. R.P. Millenaar
11. Elektronisch project ontwerper	L.J. van der Ree
12. Elektronisch project ontwerper	J.F.N. Roosjen
13. Ontwikkel electronicus	R. Kiers
14. Electronisch project technicus	A.G. Poot

7.5. Computergroep

1. Hoofd van de Computergroep	Dr. E. Raimond
2. Wetenschappelijk Systeemontwerper	Drs. J.P. Hamaker
3. Wetenschappelijk Systeemontwerper	Ir. J.E. Noordam
4. Wetenschappelijk Systeemontwerper	Dr. F.M. Olton
5. Wetenschappelijk Systeemontwerper	Drs. H.W. van Someren Gréve
6. Wetenschappelijk Systeemontwerper	Dr. T.A.Th. Spoelstra
7. Systeemanalist	Y.W. Kroodsma
8. Senior programmeur	T. Grit (Westerbork)
9. Senior programmeur	Mw. H.H.J. Lem
10. Programmeur	B. Kramer (Westerbork)
11. Programmeur	H.J. Vosmeijer
12. Hoofd reductiegroep en gegevensverwerking	Dr. A.R. Foley
13. Reductie gegevensverwerker/ teleskoopassistent	D.J.J. Moorrees
14. Reduktie gegevensverwerker	R. Boesenkool

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 15. Programmeur/gegevensverwerker | K. Weerstra (Leiden) |
| 16. Programmeur/gegevensverwerker | A.H.W.M. Coolen (Groningen) |

7.6. Astronomen

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Hoofd Astronomen-groep | Dr. R.T. Schilizzi |
| 2. Astronoom | Mw. Dr. S.A. Baum |
| 3. Astronoom | Dr. A.G. de Bruyn |
| 4. Astronoom | Dr. C.P. O'Dea |
| 5. Astronoom | Mw. Dr. L.J. Tacconi-Garman |
| 6. Astronoom | Dr. R.G. Strom |

7.7. Uitgezonden in het kader UK/NL-samenwerking

La Palma

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. Mechanisch ontwikkeltechnicus | J.H. Haan |
| 2. Ontwikkel electronicus | R.J. Pit |
| 3. Senior programmeur | P.H. van der Velde |
| 4. Senior programmeur | G.N.J. van Diepen |
| 5. Computertechnicus | K.J.C. Stuurwold |
| | (vanaf 27 februari 1989) |

Hawaiï

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1. Wetenschappelijk systeemontwerper | Drs. J.P. Hamaker |
| | (tot 1 augustus 1989) |
| 2. Electronisch projectontwerper | Ing. P.K. Hekman |
| 3. Ontwikkel electronicus | L.H.R. de Haan |
| 4. Astronoom (50%) | Dr. F. Baas |
| | (vanaf 1 september 1989) |

7.8. Gastmedewerkers

1. Dr. Nan Rendong (Beijing Observatory)
2. Prof. Wan Tongshan (Shanghai Observatory)

Appendix A. FINANCIEN

Ontvangen subsidies

NWO, gewoon subsidie	kf.	9.802
NWO, investeringssubsidie	kf.	6.100
IAS 1987-1991	kf.	800
IAS 1988-1992	kf.	700
Totaal	kf.	17.402
		=====

Uitgaven

1. SRT in voorhoede houden		
a. groot mechanisch onderhoud	kf.	100
b. verv./uitbr. electronica	kf.	55
c. VLBI ontwikkelingen	kf.	45
2. (Sub)mm- en optische instrumentatie	kf.	79
3. Vervangingsinvesteringen computers	kf.	0
4. Aanvullende exploitatie kosten		
a. onderhoud computers	kf.	480
b. onderhoud meetinstrumenten	kf.	420
c. verkennende projecten	kf.	48
d. aanpassing dienstgebouw		0
e. suppletie Gewoon Subsidie	kf.	362
RZM investeringen (excl. UK/NL)	kf.	1.589
5. Exploitatie La Palma/Hawaii	kf.	2.630
6. Kapitaalbijdrage UK/NL	kf.	2.600
7. Gewoon Subsidie		
a. Instituut		
1. salariskosten	kf.	7.009
2. exploitatiekosten	kf.	1.127
b. Werkgemeenschappen		
1. salarissen	kf.	1.059
2. reiskosten	kf.	60
	kf.	9.255
8. Aanpassing begroting per 1.7.89		
a. Niet te dekken vaste lasten	kf	172 -/-
b. Tekorten		p.m.
9. Uitgaven IAS		
a. multifreq. frontend productie	kf.	700
b. computers	kf.	400
c. laboratorium instrumenten	kf.	400
	kf.	1.500
		=====
Totaal	kf.	17.574
		=====
Tekort 1989	kf.	172.

Appendix B. WAARNEEMFACILITEITEN.

Het onderstaande overzicht geeft een inzicht in de binnen het instituut van ASTRON aanwezige faciliteiten. Voor het grootste deel betreft het hier instrumenten voor het doen van radiosterrenkundige waarnemingen, maar daarnaast is een arsenaal van gereedschappen en talenten aanwezig (Laboratorium uitrusting, programmatuur, e.d.) dat ook voor niet radiosterrenkundigen interessante mogelijkheden biedt.

B.1. Westerbork Synthese Radio Teleskoop (WSRT)

In Westerbork bevinden zich 14 parabolische reflectoren met een diameter van 25 m en met een equatoriale opstelling. Tien van deze radioteleskopen staan oost-west opgesteld met onderlinge afstanden van 144 m, 2 bevinden zich op een oost-west railbaan van ca. 300 m lengte aan het oostelijk uiteinde van de rij met vaste telescopen, en 2 bevinden zich op een oost-west railbaan van ca. 180 m lengte op een afstand van 9 x 144 m ten oosten van de eerste railbaan. De telescopen kunnen iedere willekeurige positie op deze railbanen innemen. Samen synthetiseren deze telescopen een radio-teleskoop met een diameter van 2,8 km. De telescopen hebben een richtnauwkeurigheid van 15 à 20 boogseconden en een oppervlakte nauwkeurigheid van 1,5 à 2 mm.

Tabel B1 geeft een overzicht van de beschikbare ontvangers en van de eigenschappen van deze apparatuur.

De 28 signalen uit de frontends worden allemaal langs identieke, fase- en gain stabiele, kabelstructuren naar het hoofdgebouw geleid, waar zij in de backend ontvangerssystemen worden ingevoerd. De kern van de huidige backends wordt gevormd door twee digitale correlatie ontvangers, uitgerust met een fringe stopping en een delay systeem, die door de aard van hun mengschema, filtermogelijkheden, bandbreedte en correlator flexibiliteit functioneren als lijnontvanger (DLB genoemd) en als continuüm ontvanger (DCB genoemd). Daarnaast zijn er mogelijkheden om interferometrie met zeer lange basislijnen (VLBI) te doen en is de lijnontvanger voorzien van een uitbreiding (DXB) die het aantal kanalen vergroot tegen inlevering van bandbreedte. De karakteristieke specificaties van deze systemen zijn in Tabel B.2. weergegeven.

Een overzicht van deze ontvanger systemen:

DXB: De lijnontvanger (DLB) is uitgebreid met extra geheugen dat als recirculatie buffer gebruikt wordt om de capaciteit van het systeem bij kleine bandbreedtes te vergroten. Het aantal basis correlatie produkten van het systeem is 2560 en kan afhankelijk van de bandbreedte vergroot worden tot maximaal 40960. De correlatieprodukten kunnen naar keuze gebruikt

wavelength (cm)	6	18* ¹	21	49	92
freq. range (MHz)	4770 - 5020	1590 - 1730	1365 - 1425	607 - 610	320 - 330
field size (HPBW degrees)	.17	.5	.6	1.4	2.6
max. bandwidth (MHz)	80	40	40	2.5	5
synthesized beam in RA (HPWB in ", 2.8 km baseline)	3.7	11	13	30	55
continuum sensitivity (r.m.s. in a 12 hour observation, mJy/beam)	.07	--	.06	.6	.5* ²

*1 - Only 5 (cryogenically cooled) telescope receivers are available at 18 cm.

*2 - This is a theoretical value.

Table B1: availability and characteristics of WSRT receivers.

worden voor spectrale resolutie of voor het verkrijgen van meer interferometers. Een 2-bits correlator, die de gevoeligheid met ca. 20% verbetert, kost een factor 2 in beschikbare kanalen. In het basissysteem is het bijvoorbeeld mogelijk om de 2560 kanalen te verdelen over 16 frequentie punten en 80 interferometers met elk 4 polarisaties in 1-bit mode of 8 frequentie punten in 2-bit mode.

De volgende regel bepaalt de waarneemmode: Het produkt van: het aantal simultane onafhankelijke metingen, het aantal polarisatie kanalen, de bit mode en het aantal interferometers is 25600 gedeeld door de bandbreedte in MHz en ten hoogste 40960 voor de 2-bit mode.

DCB: Het DCB heeft 8 van elkaar onafhankelijke banden die op 5 MHz of 10 MHz bandbreedte gezet kunnen worden. De waarneemfrequenties van deze banden zijn binnen ca. 90 MHz vrij en onafhankelijk van elkaar te kiezen.

VLBI: Met gebruikmaking van het DLB en de Mark II C of het DCB en de Mark III videorecorder terminals is de WSRT geschikt voor het doen van VLBI waarnemingen. Hierbij worden de telescopen

niet als interferometers gekoppeld, maar in een optelconfiguratie gebruikt, de "Tied Array" die qua gevoeligheid het equivalent is van een enkele teleskoop met een diameter van 93 m. Ook is het mogelijk om slechts één van de telescopen van de WSRT rechtstreeks op de terminal aan te sluiten.

Dit geheel van telescopen en ontvangers (frontends en backends) wordt gestuurd met een drietal HP21MX computers. De gegevens worden in eerste instantie op schijf gezet na een eerste bewerking en uiteindelijk naar magneetband gekopieerd voor verdere verwerking in Dwingeloo. Voor standaard waarnemingen is een beperkt aantal veel gevraagde correlatorconfiguraties permanent beschikbaar. Speciale configuraties zijn op verzoek echter vaak ook te verwezenlijken.

Het grote aantal correlatieproducten dat in het DXB en het DCB beschikbaar is, maakt het mogelijk om naast de 40 interferometers met de 40 standaard basislijnen een aantal basislijnen, zij het via correlatie van telkens verschillende telescopen, meermalen te meten. Daar de correlaties van interferometers met gelijke basislijnlengthe hetzelfde meetresultaat moeten geven, kunnen we verschillen toeschrijven aan instrumentele fouten. Het gebruik van deze "redundante" informatie om instrumentele fouten op te sporen stelt de astronoom in staat een zeer hoog dynamisch bereik in zijn meting te krijgen.

Ook bij het DLB is "redundantie" mogelijk. We kunnen bijvoorbeeld in een configuratie met 160 correlatieproducten deze niet over 40 interferometers en 4 polarisaties, maar over 160 interferometers en 1 polarisatie verdelen.

B.2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo: 25 m teleskoop

Diameter:	25 m, alt-azimuth opstelling
Richtnauwkeurigheid:	ca. 1 boogmin.
Oppervlaktenauwkeurigheid:	2 à 2,5 mm.
Apertuur rendement:	64% ($\lambda = 18/21$ cm)
	40% ($\lambda = 6$ cm).

De karakteristieke waarden van de ontvangers beschikbaar voor deze teleskoop, zijn in Tabel B.3. weergegeven. De daarmee bereikbare gevoeligheid, berekend voor een integratietijd van een uur, is:

	10 MHz continuum		78 kHz lijn	
	18/21 cm	6 cm	18/21 cm	6 cm
5 x rms	20 mJy (2 mK)	50 mJy (4 mK)	150 mJy (17 mK)	400 mJy (30 mK)

Systeem:	Lijntontvanger	Continuum ontvanger	VLBI systeem smalbandig	VLBI systeem breedbandig
Afkorting:	DXB (DLB)	DCB	MARK II C	MARK III
Max. bandbreedte Banden: Aantal (complexe) kanalen: Digitale degradatie factor:	10 MHz 10; 5; 2,5; 1,25; ...0,078 MHz afhankelijk van bandbreedte en bit-mode max. 20480 min. 1280 Afh. van bit-mode 1,11 - 1,57	80 MHz (8x10) 10; 5 MHz 2048 Afh. van bit-mode 1,13 - 1,35	2 MHz 15; 62; 250; 500 kHz; 1; 2 MHz 1	56 MHz (14x4) 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4 MHz 14x2

Tabel B.2: Overzicht beschikbare backend systemen voor de WSRT.

"Frontend"			"Backend" digitale correlator		Reduktie
Systeem	T _{sys} 1)	Freq. bereik	Polarisatie	Bandbreedte en resolutie	
21 cm FET	36K	1375-1425 MHz	lin	40 ²), 20 of 10 MHz of 5 MHz-67 KHz; 1000 kanalen (2x512 ²); 1 bit (2 bits ²))	0,1 s op HP21MX (on line) op microVAX; plots van gereduceerde spectra
18 cm FET	36K	1580-1725 MHz	lin, circ	idem	idem
6 cm	60K			idem	idem

1) Gemeten op de pool

2) nog niet gereed

..

Tabel B.3.: Ontvangers voor gebruik in de 25 m telescoop te Dwingeloo

De teleskoop en ontvangers worden gestuurd met een online computer. Reductie van de resultaten is te Dwingeloo mogelijk. De gegevens moeten op magneetband weggeschreven worden. De sturing kan "remote controlled" gedaan worden door diegenen die modems en een terminal op hun instituut beschikbaar hebben.

De 25 m teleskoop te Dwingeloo wordt in stand gehouden voor astronomen die zelf ter plaatse hun waarnemingen en de bijbehorende verwerking verrichten. Met een korte instructie tevoren is dat mogelijk. De teleskoop kan voor langere tijd geprogrammeerd worden, maar aanwezigheid van een dag per week is nodig (of zoveel meer als door de aard van de waarneming is geboden). Met enige ervaring kan de teleskoop "remote controlled" bestuurd worden (binnen kantooruren!).

Waarneemvoorstellen dient men in bij de subcommissie van de programmacommissie voor Dwingeloo (C. Slottje). Deze voorstellen moeten naast de wetenschappelijke motivatie en de specificaties ook naam, adres en telefoonnummer vermelden van degene die de waarneming daadwerkelijk zal doen.

Terwille van de ontvangerplanning is het gewenst waarneemvoorstellen zo vroeg mogelijk in te dienen.

Appendix C. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN

C.1. Onderzoek artikelen

- Ananthakrishnan, S., Kulkarni, V.K., Ponsonby, J.E.B., Spencer, R.E., Graham, D.A., Porcas, R.W., Ardenne, A. van, Schilizzi, R.T., Gorgolewski, S., Kus, A., Matveyenko, L.I., Papacenko, A.H., VLBI observations of the nuclei of a mixed sample of bright galaxies and quasars at 327 MHz, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 237, 341.
- Barthel, P.D., Hooimeyer, J.R., Schilizzi, R.T., Miley, G.K., Preuss, E., Superluminal motion in the giant quasar 4C34.47, Astrophys. J. 336, 601.
- Bruyn, A.G. de, 0309+411, an Mpc-sized core dominated radio galaxy/quasar, Astron. Astrophys. 226, L13.
- O'Dea, C.P., Constraints on Integrated Nuclear Rotation Measures in Core-dominated Active Galactic Nuclei, Astron. Astrophys. 210, 35.
- Fanti, C., Fanti, R., Parma, P., Venturi, T., Schilizzi, R.T., Nan Rendong, Spencer, R.E., Muxlow, T.W.B., Breugel, W.J.M. van, Three Prototype Compact Steep Spectrum Radio Sources, Astron. Astrophys. 217, 44.
- FuJun, Zhang, Mutel, R.L., Mei, Su Bu, Han Shu, Zhu, Qiang, W., Schilizzi, R.T., VLBI Observations at 1.662 GHz of 3C147, Acta Astronomica Sinica 30, 180.
- Groningen, E. van, Bruyn, A.G. de, Broad emission line profiles in Seyfert-1 galaxies: [OIII] wings from a transition zone, Astron. Astrophys. 211, 293.
- Schwarz, U.J., Bregman, J.D., Gorkom, S.H. van, The distribution and kinematics of the ionized gas in the galactic centre region, Astron. Astrophys. 215, 33-47.
- Stirpe, G.M., Groningen, E. van, Bruyn, A.G. de, Emission line variation in the Seyfert galaxy Fairall 9 and the presence of broad [OIII] emission, Astron. Astrophys. 211, 310.
- Strom, R.G., Paradijs, J. van, Klis, M. van der, Discovery of a double radio source associated with Cygnus X-3, Nature 337, 234.
- Tacconi, L.J., and Young, J.S., The Distribution of the Interstellar Medium in the Scd Galaxy NGC 6946. II. The CO data, Astrophys. J. Suppl. 71, 455.
- Thronson, H.A. Jr., Tacconi, L.J., Kenny, J.D.P., Greenhouse, M.A., Margulis, M., Tacconi-Garman, L.E., and Young, J.S., Molecular Gas, the Interstellar Medium, and Star Formation in Early Type Disk Galaxies: SO's and Sa's, Astrophys. J. 344, 747.
- Waters, L.B.F.M., Boland, W., Taylor, A.R., Stadt, H. van de, Lamers, H.J.G.L.M., Millimeter observations of the Be stars ψ Persei and γ Cassiopeiae, Astron. Astrophys. 213, L19.

C.2. Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen

- O'Dea, C.P., Baum, S.A., Morris, G.B., Murphy, D.W., Bruyn, A.G. de, **Optical and Radio Imaging of Powerful, Ultracompact GHz-Peaked-Spectrum Radio Sources**, Proceedings of ESO workshop Extranuclear Activity in Galaxies, p. 79.
- Raimond, E., **Direct and Mailed Interaction with the Archives of several Observatories through one User Interface**, ESIS/CDS Workshop, September 28-29, Strasbourg, France.
- Schilizzi, R.T., **The European and US VLBI Networks in 1988**, in: VLBI Techniques and Applications, (Eds. M. Felli and R.E. Spencer), Proc. NATA School on VLBI, Bologna, p. 357.
- Schilizzi, R.T., **VLBI systems in the 1990's**, in: VLBI Techniques and Applications, (Eds. M. Felli and R.E. Spencer), Proc. NATA School on VLBI, p. 397.
- Spoelstra, T.A.Th., Yang Yi-pei, **Limitations for refraction corrections in radio astronomy and satellite geodesy**, Proc. International Symposium on Radio Propagation, Beijing, 1988, p. 390.
- Strom, R.G., **Supernova remnants I: Historical events**, in: Neutron stars and their birth events, ed. W. Kundt, Kluwer, Dordrecht p. 253.
- Strom, R.G., **Supernova remnants II: Shells**, in: Neutron stars and their birth events, ed. W. Kundt, Kluwer, Dordrecht p. 263.
- Strom, R.G., **Supernova remnants III: Exotics**, in: Neutron stars and their birth events, ed. W. Kundt, Kluwer, Dordrecht p. 274.
- Tacconi, L.J., Young, J.S., **A Multi-Wavelength Study of the Scd Galaxy NGC 6946**, in: Molecular Clouds in the Milky Way and External Galaxies, Proceedings of a Symposium held at the University of Massachusetts in Amherst, November 2-4, 1987, Springer Verlag, p. 385.

C.3. Populaire artikelen

- Spoelstra, T.A.Th., **Elektronische mist versluiert venters voor radiosterrenkunde**, Zenit 16, 177.

C.4. Internal Technical Reports

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
178	A. Bos	- A general purpose correlator board: functional description. (Final version)
188	A. Bos	- The 1024 channel spectrometer for the Dwingeloo Telescope
189	T.A.Th. Spoelstra	- Interference problems in Radio Astronomy. Part 4.
190	G.H. Tan, B.A.P. Schipper	- Het meten van S-parameters t.b.v. Touchstone en Academy (not yet issued)
191	T.A.Th. Spoelstra	- Interference problems in Radio Astronomy. Part 5.

C.5. Notes *

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
505	A. Bos	- Dwingeloo Spectrometer software: Part 1.
528	J.D. Bregman and A. Doorduyn	- Documentation of the integrated multi chip CCD camera controller.
535	T.A.Th. Spoelstra	- Analyse van PSI-accounting informatie.
536	G. Kuper	- Inloggen op de HP 1000 computers van de WSRT via modems.
537	E. Raimond G.N.J. van Diepen	- Retrieving data from the La Palma archive. Users Guide.
538	E.E.M. Woestenburg	- Automation of the Siemel High Voltage Supply.
539	A.C. Hin, H.J. Stiepel H.W. van Someren Gréve G.H. Tan, A. Wolfers	- Westerbork-feasibility aspecten MFFE's.
540	A. van Ardenne	- Preliminary measurements at 350 and 490 GHz on a crossed rectangular horn.
541	A. van Ardenne L.J. van der Ree	- Design of an SIS mixer; the RF-choke and the channel structure.
542	A. van Ardenne L.J. van der Ree	- Design of an SIS mixer; suppression of the Josephson effect using a magnetic field.
543	A. van Ardenne	- Design of an SIS mixer; situation regarding available masks.
544	A. Bos	- The NFRA general purpose correlator board: Hardware description.

- 545 A. Bos
 - Dwingeloo Spectrometer Software.
The testprogram DWTST.
(not yet issued)
- 546 J.L. Casse
 - UES: Thermal analysis of a panel.
- 547 J.L. Casse
 - UES thermal model: temperature
optical table versus panel
temperature.
- 548 J.L. Casse
 - Thermal Simulation of the
Heterodyne Holographic Spectrometer.
- 549 J.L. Casse
 - UES Simulation: Part II.
- 550 A. Bos
 - DAS Spectrometer Software.
The DAS configuration Software.
- Part 2. (not yet issued)
- 551 J. Buitter
 - Proposal for a monitor control
module of the RadioAstron 6 cm
receiver. (not yet issued)
- 552 E.E.M. Woestenburg
 - Report on contract JCMT/INST/19/A, A
Wideband 460-500 GHz heterodyne
receiver.
- 553 J.L. Casse
 - Thermal model for a cryostat window.

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

C.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1989

<u>Naam</u>	<u>Titel</u>
K. Anatharamaiah (Raman Inst.)	- Synthesis Imaging of a Spatially Coherent Source.
J.D. Bregman (Dwingeloo)	- Optical Aperture Synthesis.
W. Boland (Dwingeloo)	- JCMT Observations.
R. Braun (NRAO)	- The Interstellar Medium in M31.
F. Briggs (Pittsburgh/Groningen)	- A Role for Radio Astronomy in Probing the Epoch of Galaxy Formation.
W.B. Burton (Leiden)	- Warps in Our Galaxy.
P. McCarthy (Las Campanas, Mt Wilson)	- High Redshift Radio Galaxies.
A. Greenaway (Royal Signals and Radar Establishment, Malvern (UK))	- PHAROS; Proposal for a High Angular Resolution Optical Survey.
D.A.P. Hartmann (Leiden)	- Drawspec.
J.M. van der Hulst (Groningen)	- Interacting Galaxies.
J. Kuipers (Utrecht)	- Radio Emission From Stars.
K. Lind (NRAO)	- Morphology of Magnetized Jets.
C. Lonsdale (Haystack)	- VLBI Observations of SS433.
G.K. Miley (Leiden)	- High Redshift Radio Galaxies.
J.E. Noordam (Dwingeloo)	- The Latest in Optical Aperture Synthesis from Space.
R. Peletier (Groningen)	- Elliptical Galaxies, Structure and Stellar Content.
Ch.V. Sastry (Bangalore)	- The 150 MHz Telescope on Mauritius.
R. Vermeulen (Leiden)	- VLBI Observations of SS433.

- | | |
|-----------------------------|--|
| G. Verschuur | - High Velocity Cloud A; Ghost
Images of Nearby CO Clouds. |
| P. van der Werf (Groningen) | - HI Associated with Orion A. |
| T. Willis (DRAO) | - 92 cm and 50 cm observations of
Selected Radio Galaxies with
the WSRT. |
| A. Witzel (Bonn) | - Radio Variability in AGN. |
| A. Zijlstra (Groningen) | - Planetary Nebulae. |

C.7. Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers van de
Stichting ASTRON

- Baum, S.A. : - "Kinematics of Extended Emission Line Gas in Radio Galaxies", AAS meeting, Boston.
- "Extended Emission Line Gas in Powerful Radio Galaxies", VLA, Socorro.
- "Extended Emission Line Gas in Powerful Radio Galaxies", Meudon Observatory, Paris.
- "Extended Emission Line Gas in Powerful Radio Galaxies", Colloquium, Leiden.
- "Kinematics and Line Ratios in the Extended Emission Line Gas in Radio Galaxies", ESO workshop on "Extranuclear Activity in Galaxies", Garching.
- "Multifrequency VLA Observations of 0745-191: A Unique Cooling Flow Radio Source?", ESO workshop on "Extranuclear Activity in Galaxies", Garching.
- "A Review of the ESO workshop on Extranuclear Activity in Galaxies", Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Groningen.
- Boland, W. : - "Models of isolated molecular clouds and related JCMT observations", Herzberg Institute of Astrophysics, Ottawa, Canada.
- Bos, A. : - "Instrumentatie voor spectraallijn onderzoek", 368ste werkvergadering NERG, te Dwingeloo.
- "Current status of correlator development at NFRA", IRAM, Grenoble, Frankrijk.
- Braun, R. : - "Probing the ISM with Weak Spectral Lines", DRAO, Penticton, Canada.
- Bruyn, A.G. de : - "WSRT results from a deep 327 MHz survey and new observations of 3C84", Socorro, U.S.A.
- "Radio apertuur synthese en (zelf-) calibratie technieken", 3 college uren in het kader van het inter-academiale college 1989, Amsterdam.
- "Observations of the Broad Line Region" Invited Review at the XIth IAU Regional meeting, Tenerife.
- "Radiosterrenkunde", lezing tijdens de Nationale Wetenschapsweek, Planetron, Dwingeloo.
- "Sterrenkundig onderzoek in het radiovenster", lezingendag IEEE, Dwingeloo.

- O'Dea, C.P. : - "Faraday Rotation Measures of Quasar Nuclei: Does the Intercloud Medium exist?", poster, AAS meeting, Boston.
 - "CCD observations of GHz-Peaked-Spectrum radio sources", lunchtalk, VLA, Socorro.
 - "GHz-Peaked-Spectrum Radio Sources", Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwingeloo.
 - "Optical and Radio Observations of Powerfull, Ultracompact GPS Radio Sources", ESO workshop on "Extranuclear Activity in Galaxies", ESO, Garching.
 - "Radio and Optical Observations of powerful, ultracompact radio sources", Institut d'Astrophysique, Paris.
- Schilizzi, R.T. : - "The European VLBI Correlator", presentation to the ESF Space Science Committee, Bonn.
 - "Radioastron Science Management Plan", Management Subgroup Report, 8th RadioAstron Review Meeting, Green Bank.
 - "Very Long Baseline Interferometry", IAC lecture, Dwingeloo.
 - "International VLBI Satellite (IVS)", Workshop on Compact Radio Sources, Socorro and VSOP Symposium, Tokyo.
 - "Scientific Management of VSOP", VSOP Symposium, Tokyo.
- Spoelstra, T.A.Th. : - "Radioastronomy and the Ionosphere", Wuhan Institute of Physics, Wuhan, People's Republic of China.
 - "Radioastronomy in the Netherlands", Shanghai Observatory, Shanghai, People's Republic of China.
- Strom, R.G. : - "The infrared excess from the Crab Nebula", workshop on Infrared emission associated with radio continuum emission, Bonn.
 - "Magnetic fields and ionized gas in elliptical galaxy halos", IAU Symposium 140, Heidelberg, BRD.
 - "Supernova Remnants", Invited review, XIth European Regional Astronomy Meeting of the IAU, Tenerife.
 - "Synchronous aperture synthesis observations of pulsars", XIth European Regional Astronomy Meeting of the IAU, Tenerife.

- "Double radio lobes in binary X-ray sources", 23rd ESLAB Symposium, Bologna, Italië.
- Tacconi, L.J. : - "The HI and Far-Infrared Distributions in the Very Late-Type Galaxy NGC 2976", AAS Meeting, Boston, Massachusetts.
- "Regions of High Star Formation Efficiency in Late-Type Galaxies", Meudon.
- "The Molecular Spiral Arms of NGC 6946", Interstellar Medium in External Galaxies Meeting, Jackson Lodge, Wyoming.
- "A Multi-Wavelength Study of the Peculiar Galaxy NGC 2976", Interstellar Medium in External Galaxies Meeting, Jackson Lodge, Wyoming.
- "The Molecular Spiral Arms of NGC 6946", YERAC, Kharkov, USSR.
- "Properties of Molecular Clouds in External Galaxies", Dwingeloo Submillimetre Workshop, Dwingeloo.
- Tan, G.H. : - "Multifrequentie-ontvangers voor de Westerbork Synthese Radio Teleskoop", NERG lezingendag, Dwingeloo.
- Woestenburg, E.E.M.: - "Schottky mixer ontwikkeling voor het submm golflengtegebied", IEEE/KIVI/NERG, Dwingeloo.
- "SIS-mixer development at NFRA", SIS Workshop, Abingdon.

C.8. Deelname van ASTRON-medewerkers aan congressen en conferenties

- Baum, S.A. : - American Astronomical Society Meeting, Boston, Massachusetts, January.
- Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwingeloo, February.
- ESO workshop on "Extranuclear Activity in Galaxies", Garching, May.
- Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Groningen, June.
- Boland, W. : - 43e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, March.
- Bos, A. : - IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Glasgow, May.
- 43e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, March.
- Braun, R. : - The Interstellar Medium in External Galaxies, Wyoming, July.
- Brouw, W.N. : - 43e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, March.
- Bruyn, A.G. de : - Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwing., Febr. and Groningen, June.
- XI European Regional Astronomy Meeting of the IAU, New Windows on the Universe, Tenerife, July.
- LAG Consortium plenary meeting, Paris, August.
- LAG monitoring subgroup meeting, Dwingeloo, November.
- Casse, J.L. : - Radioastron 9th Review Meeting, Moscow/Tashkent, November.
- O'Dea, C.P. : - American Astronomical Society Meeting, Boston, Massachusetts, January.
- Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwing., Febr. and Groningen, June.
- ESO workshop on "Extranuclear Activity in Galaxies", Garching, May.
- Noordam, J.E. : - GHRIL Users Meeting, RGO, March.
- Raimond, E. : - ESO/STECF Data Analysis workshop, Garching, April.
- ESIS/CDS workshop, Strasbourg, France, September.
- Schilizzi, R.T. : - Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwing., Febr. and Groningen, June.
- 8th Radioastron Review meeting, Green Bank, May.

- IACG Panel 1 Meeting, Prague, September.
 - Workshop on Compact Radio Jets, Socorro, October.
 - Radioastron 9th Review Meeting, Moscow/Tashkent, November.
 - VSOP Symposium/mm VLBI Workshop, Tokyo/Nobeyama, December.
- Sondaar, L.H. : - RadioAstron Receivergroup Meeting, Moscow, April.
- RadioAstron 9th Review Meeting, Moscow/Tashkent, November.
- Spoelstra, T.A.Th. : - 43e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, March.
- IAU/URSI Symposium on Radio Astronomical Seeing, Beijing, May.
- Workshop on Radio Astronomical Seeing/Low frequency astronomy, Miyun, May.
- DECUS Europe, Den Haag, September.
- Workshop Radio Schmidt Telescope, Penticton, October.
- Alliant Users Society (ALLUS) Europe, Bordeaux, November.
- Strom, R.G. : - Far Extragalactic and Active Galaxies Meeting, Dwing., Febr. and Groningen, June.
- Infrared emission associated with radio continuum emission, Bonn, March.
- IAU Symposium 140, Galactic and intergalactic magnetic fields, Heidelberg, June.
- XI European Regional Astronomy Meeting of the IAU, New Windows on the Universe, Tenerife, July.
- 23rd ESLAB Symposium, X-ray Astronomy, Bologna, September.
- Tacconi, L.J. : - 173rd American Astronomical Society Meeting, Boston, Massachusetts, January.
- The Interstellar Medium in External Galaxies, Jackson Lodge, Wyoming, July.
- 1989 YERAC, Kharkov, Soviet Union, Sept.
- Submillimetre Workshop, Dwingeloo, October.
- Tan, G.H. : - 6th International Conference on Antennas and Propagation, University of Warwick, Coventry, U.K., April.
- 19th European Microwave Conference, Wembley Conference Center, London, U.K., September.
- Woestenburg, E.E.M. : - 14th IR & MM Wave Conference, Würzburg, October.
- SIS workshop, Abingdon, U.K., November.

Appendix D. AFKORTINGEN / ABBREVIATIONS

AAT	Anglo Australian Telescope
ADAM	Astronomical Data Analysis & Management system
AGN	Active Galactic Nuclei
AIPS	Astronomical Image Processing System
AOS	Acousto Optical Spectrograph
ASTRON	Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
BHB	Blue Horizontal Branch
BLR	Broad Line Region
CAT	Coudé Auxiliary Telescope
CCD	Charge Coupled Device
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
CSIRO	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization (Australië)
CTD	Centrale Technische Dienst
DAS	Digital 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
ESA	European Space Agency
ESO	European Southern Observatory
EVN	European VLBI Network
FAST	Fundamental Astronomy by Space Techniques Consortium
FET	Field Effect Transistor
FFT	Fast Fourier Transform
FK4	Vierde Fundamentele Katalogus van sterposities.
FITS	Flexible Image Transport System
FWHM	Full Width Half Maximum
GB-E	Gebiedsbestuur exacte wetenschappen (NWO)
GHRIL	Ground based High Resolution Imaging Laboratory
GIPSY	Groningen Image Processing System
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

IKI	Space Research Institute, Moskou
ING	Isaac Newton Group of telescopes
INT	Isaac Newton Telescope
IPCS	Image Photon Counting System
IR	Infrared
IRAS	InfraRed Astronomical Satellite
IRS	Intermediate Resolution Spectrograph
ITR	Internal Technical Report
IUCAF	Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies
IVS	International VLBI Satellite
JCMT	James Clerk Maxwell Telescope
JKT	Jacobus Kapteyn Telescope
JPL	Jet Propulsion Laboratory
Jy	Jansky (10^{-26} W/m ² /Hz)
KPNO	Kitt Peak National Observatory (USA, onderdeel van NOAO)
LBDS	Leiden Berkeley Deep Survey
LINER	Low Ionization Nuclear Emission Regions
LO	Locale Oscillator
LWG	Landelijke WerkGemeenschap
MIDAS	Munich Image Data Analysis System
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)
NRG	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
QUASAT	QUAsar SATellite (space VLBI)
RAL	Rutherford Appleton Laboratories
RAS	Royal Astronomical Society (UK)
RF	Radio Frequency
RG0	Royal Greenwich Observatory (UK)
rms	root mean square

ROG	SRON, Groningen
ROL	SRON, Leiden
ROU	SRON, Utrecht
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)
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 (UK)
TWG	Technical Working Group (VLBI)
UGC	Uppsala General Catalog
UKIRT	United Kingdom Infrared Telescope
URSI	Union Radio Scientifique International
UV	Ultra Violet
UvA	Universiteit van Amsterdam
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
VU	Vrije Universiteit (Amsterdam)
WGAR	Working Group on Astronomical Refraction
WHT	William Herschel Telescope
WSRT	Westerbork Synthese Radio Telescoop
YERAC	Young European Radio Astronomers Conference

Appendix E. ADRESLIJST

- Amsterdam (UvA) : Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek,
Universiteit van Amsterdam, Roetersstraat
15, 1018 WB Amsterdam, 020-5256004, telefax
020-5255802, telex NL 16460.
- Amsterdam (V.U.): Natuurkundig Laboratorium der V.U., De Boelelaan
1081, 1081 HV Amsterdam, 020-5484714.
Postadres: Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam.
- B.G.D. : Bedrijfsgezondheidsdienst Centraal Drenthe,
Oostersingel 23, Assen, 05920-16116.
Postadres: Postbus 631, 9400 AP Assen.
- Bologna : Istituto di Radioastronomia, CNR, Via Irnerio
46, 40126 Bologna, Italië, tel. 09-39-51-
243144, telefax 09-39-51-243130, telex I
520634.
- Bonn : Max Planck Institut für Radioastronomie, Auf dem
Hügel 69, 5300-Bonn, B.R.D., tel. 09-49-228-
5251, telefax 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, telefax 09-
1-818-795-1547, telex USA 0188192.
- Cambridge (UK) : University of Cambridge, Institute of Astronomy,
Madingley Road, Cambridge, CB3 0HA,
Engeland, tel. 09-44-223-337548, telefax 09-
44-223-337523, telex G 817297.
- Cambridge (UK) : University of Cambridge, Department of Physics,
(MRAO)
Mullard Radio Astronomy Observatory,
Cavendish Laboratory, Madingley Road,
Cambridge CB3 0HA, Engeland, tel. 09-44-223-
337200, telefax 09-44-223-63263, telex G
81292.
- Dwingeloo : Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, 7991
PD Dwingeloo, tel. 05219-7244, telefax
05219-7332, telex NL 42043, PSDN
(0204)1521004.
Postadres: Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo.
- ESO : Karl Schwarzschildstrasse 2, 8046 Garching (bei
München), B.R.D., tel. 09-49-89-320060,
telefax 09-49-89-3202362, telex D 5282820.
- ESTEC : Keppelerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk, tel. 01719-
86555, telefax 01719-17400, telex NL 39098,
Postadres: Postbus 299, 2200 AG Noordwijk.

- Groningen : Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Landleven
12, 9747 AD Groningen, tel. 050-634073,
telefax 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, telefax 09-1-613-
9520974, telex CA 21533715
- IAC : Instituto de Astrofísica de Canarias, Camino de
la Hornera s/n, E-38071 La Laguna, Tenerife,
Canarias, Spanje, tel. 09-34-22-262211,
telefax 09-34-22-263005, telex E 92640.
- IRAM (Frankrijk): IRAM, Voie 10 - Domaine Universitaire de
Grenoble, 38406 St. Martin d'Heres Cedex,
Frankrijk, tel. 09-33-76-423383, telefax 09-
33-76-515938, telex F 980753.
- IRAM (Spanje) : IRAM, c/o Nucleo Central, Bloque 6/2BAV. Divina
Pastora 7, 18012 Granada, Spanje, tel. 09-
34-58-279508, telefax 09-34-58-207662, telex
E 78584.
- JAC : - Joint Astronomy Centre, 665 Komohana Street,
Hilo, Hawaii 96720, USA, tel. 09-1-808-
9613756, telefax 09-1-808-9616516.
- Telescope: tel. 09-1-808-9350852.
- Jodrell Bank : University of Manchester, Nuffield Radio
Astronomy Laboratories, Jodrell Bank,
Macclesfield, Cheshire SK11 9DL, Engeland,
tel. 09-44-477-71321, telefax 09-44-477-
71618, telex G 36149.
- Kent University : Electronic Engineering Laboratory, Kent
University, Canterbury, Kent CT2 7NT,
Engeland, tel. 09-44-227-764000, telex G
965449.
- La Palma : Observatorio del Roque de los Muchachos, Isaac
Newton Group of Telescopes,
Kantoor: RGO, Apartado de Correos 321, Santa Cruz
de La Palma, Prov. de Tenerife,
Canarias, Spanje, tel. 09-34-22-
411005/411048/411448, telefax 09-34-22-
414203, telex E 92757,
Berg : INT tel. 09-34-22-400151,
JKT tel. 09-34-22-400164,
Residencia tel. 09-34-22-400196,
telefax 09-34-22-400050, telex E 92639.

Leiden : Sterrewacht, Niels Bohrweg 2, 2333 CA Leiden,
tel. 071-275700/275800, telefax 071-275819,
telex NL 39058,
Postadres: Postbus 9513, 2300 RA Leiden.

NRAO : Edgemont Road, Charlottesville, VA 22903, USA,
tel. 09-1-804-2960211, telefax 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,
's-Gravenhage, tel. 070-440640, telefax 070-
850971, 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, telefax 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,
telefax 09-44-235-446863, telex G 83159.

RG0 : Royal Greenwich Observatory, Madingley Road,
Cambridge CB3 0EZ, Engeland, tel. 09-44-
223-374000, telefax 09-44-223-374700, telex
G 265451/265871.

Roden : Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20, 9301 KA
Roden, tel. 05908-19631, telefax 05908-
12362.

ROE : Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh EH9
3HJ, Schotland, tel. 09-44-31-6688100,
telefax 09-44-31-6688264, telex G 72383.

SERC : Science and Engineering Research Council,
Polaris House, North Star Avenue, Swindon
SN2 1ET, Engeland, tel. 09-44-793-411000,
telefax 09-44-793-411400, telex G 449466.

SRON Bureau : Sorbonnelaan 2, 3584 CA Utrecht, tel. 030-
535700, telefax 030-540860, telex NL 47224.

SRON (Utrecht) : Ruimteonderzoek Utrecht, Sorbonnelaan 2, 3584 CA
Utrecht, tel. 030-535600, telefax 030-
540860, telex NL 47224.

SRON (Groningen): Ruimteonderzoek Groningen, Landleven 12, 9747 AE
Groningen, tel. 050-634073, telefax 050-
634033, telex NL 53572.
Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.

SRON (Leiden) : Ruimteonderzoek Leiden, Niels Bohrweg 2, 2333 CA
Leiden, tel. 071-275817, telefax 071-275819,
telex NL 39058.
Postadres: Postbus 9504, 2300 RA Leiden,

UKIRT : Joint Astronmomy Centre (see JAC).
- Telescope: tel. 09-1-808-9616091/9354690,
telex USA 633150.

Utrecht : Sterrenkundig Instituut, Princetonplein 5, 3584
CC Utrecht, tel. 030-535200, telefax 030-
531601, telex NL 40048.
Postadres: Postbus 80.000, 3508 TA Utrecht.

VLA : NRAO, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA, tel.
09-1-505-835-7000, telefax 09-1-505-772-
4011, telex USA 59109881710.

VLA/VLBA Operations Centre: P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA,
tel. 09-1-505-835-7000, telefax 09-1-505-
835-7027, telex USA 59109881710.

Westerbork : Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 1,
9433 TA Zwiiggelte, tel. 05939-421, telefax
05939-486.

- 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, Homewood
Campus, John Hopkins University, 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,
telefax 09-1-206-5434365, telex USA 4740096.
- Barthel, Dr. P.D., Groningen, 050-634094.
- Baum, Dr. S.A., Dwingeloo.
Achter de Hoven 3, 7991 AD Dwingeloo, 05219-
3067.
- Baud, Dr. B., Fokker B.V., Space Div., TR-MC, 1117 ZJ Schiphol,
020-5442631. Atjehweg 3, 2202 Noordwijk, 01719-
14798.
- 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 Nijveen, 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, telefax 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, telefax 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, telefax 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., Dwingeloo.
Achter de Hoven 3, 7991 AD Dwingeloo, 05219-3067
- 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, telefax
09-61-2-868-0310, telex AUS 26230.
- Fanti, Dr. C., Bologna.
- Fanti, Dr. R., Bologna.
- Fejes, Dr. I., Nèpszinház-u 46, H 1081 Budapest, Hongarije.
- Felli, Dr. M., Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo Enrico
Fermi 5, 50125 Firenze, Italië, 09-39-55-220034,
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, telefax 09-61-2-868-0457.
- Gathier, Dr. R., Min. van Onderwijs en Wetenschappen, Directie
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 AL 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, 015-788020.
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).
Gildenring 10, 3981 JE Bunnik, 03405-1826.
- 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.
Maasstraat 5, 2314 TT Leiden, 071-896586.
- 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).
Burg.'s Jacoblaan 4, 1401 BM Bussum, 02159-
13198.
- 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.
Joachim Altinghstraat 26a, 9724 LX Groningen.
- 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, telefax
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. 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.
Sporlaan 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.
- 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., Groningen, 050-634083.
Jozef Israelsstraat 5, 9718 GA Groningen, 050-
135642.
- Olnon, Dr. F.M., Dwingeloo.
Helios 5, 7904 HA Hoogeveen, 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, telefax 09-61-2-8680457, telex AUS
26230.
- Paradijs, Prof.dr. J.A. van, Amsterdam (UvA).
Twijnderslaan 2, 2012 BJ Haarlem, 023-316849.
- 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. 1e, 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).

- Ren-dong, Dr. Nan, Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica, Beijing, China.
- 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.
B. de la Faillestraat 24b, 9713 JE Groningen, 050-140286.
- 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.
Woelwijcklaan 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., Toyokawa Observatory, Toyokawa 442, Japan.
Miai-Jutaka 3-32, Gohomatsu 61, Miai, Okazaki 444, 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.
Nieuweweg Achterom 38-10a, 9711 TG Groningen.
- 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 Hoogeveen, 05280-62098.
- Smith, Sir Francis Graham, Jodrell Bank.

- Smith, Dr. M.G., JAC.
Somerén Gréve, Drs. H.W. van, Dwingeloo.
Mr. J. de Blieckweg 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 Hoogeveen, 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, JAC.
101 Aupuni Str., Apt. 622, Hilo, HI 96720, 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).
Peizerweg 31, 9726 JB Groningen, 050-120917.
- Wielebinski, Prof.dr. R., Bonn.
- Willis, Dr. A.G., 14504-80 Avenue, Edmonton, Alberta T5R 3K6,
Canada.
- Wilson, Dr. A.S., University of Maryland, Astronomy Program Space
Science Building, College Park, MD 20742, USA.
- Windhorst, Dr. R.A., Arizona State Univesity, 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 Hoogeveen, 05280-69796.
- Wolfers, A., Westerbork.
Hoofdweg 53, 8424 PK Elsloo, 05612-508.
- Woltjer, Prof. L., Observatoire de Haute Provence, 04870 Saint
Michel L'Observatoire, Frankrijk.
- 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.

