



annual report
jaarverslag

1986

Netherlands foundation for radio astronomy
Stichting radiostraling van zon en melkweg

Bij de omslag.

Schema van een in het laboratorium van SRZM ontwikkeld instrument om met grote optische telescopen een slechts door "seeing" begrenste beeld kwaliteit te bereiken. SATSI (Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer) bestaat uit een reeks verschuivingsinterferometers waarmee de fase verstoring in het golffront t.g.v. atmosferische turbulentie elementen bepaald kan worden. Na synthese van deze atmosferisch bepaalde aperture opdeling kan het buigingsbegrensde scheidend vermogen van de grote optische telescoop verkregen worden.

Een veldlens met een spleet beeldt de telescooppupil af op een set van negen dunne gesegmenteerde spiegels met een breedte van een "seeing cell". Een gesegmenteerde cameralens vormt de negen objectbeelden op een gesegmenteerde veldlens. In combinatie met een tweede veldlens worden de negen aperture segmenten (na adequate vergroting) over elkaar op de detector afgebeeld. Omdat de gesegmenteerde spiegels de bundels met verschillende hoeken draaien, geeft iedere combinatie van twee "seeing cells" een twee dimensionaal interferentie patroon met een unieke spatiële frequentie. Na Fourier-transformatie van het interferentie patroon krijgt men een redundante set van complexe zichtbaarheids functies die op dezelfde manier als de WSRT data verwerkt kunnen worden. Daarbij wordt van een zelfcalibratie techniek gebruik gemaakt om de atmosferische en instrumentele effekten te verwijderen.
(Zie ook paragraaf 2.4.3)

Cover.

SATSI (Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer) is a multiple shear interferometer which performs Seeing Cell Aperture Synthesis to reach diffraction limited resolutions with large optical telescopes.

A field lens, with an image limiting slit, re-images the telescope pupil on a set of nine segmented mirrors, each with a width corresponding to a seeing cell diameter. A segmented camera-lens forms nine object images on a segmented field lens. In combination with a second field lens are the nine aperture segments re-imaged and sheared over each other on the detector after additional magnification. Since the segmentation mirrors give each beam a separate tilt every combination of two seeing cells produces a two dimensional fringe pattern with a unique spatial frequency vector. Fourier transformation of this fringe pattern yields a redundant set of complex visibilities which can be processed in the same way as Westerbork data where a selfcalibration technique is used to remove the effects of atmospheric and instrumental phase. (Cf. sections 2.4.3. and 4.2.4).

STICHTING RADIOSTRALING VAN ZON EN MELKWEG
NETHERLANDS FOUNDATION FOR RADIO ASTRONOMY

Radiosterrenwacht Dwingeloo
Postbus 2,
7990 AA DWINGELOO
tel. 05219-7244
telex: 42043 srzm nl
telefax: (31)5219-7332 NFRA
X25 PSDN: (0204)1521004
E-mail: PSI%02041521004::SYSTEM,
SRZM@HRUL51.BITNET

Radiosterrenwacht Westerbork
Schattenberg 1,
9433 TA ZWIGGELTE
tel. 05939-421
telex: 53621 raobs nl

De Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg wordt gesubsidiëerd
door de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk
Onderzoek te Den Haag.

The Netherlands Foundation for Radio Astronomy is financially
supported by the Netherlands Organization for the Advancement of
Pure Research (Z.W.O.) in The Hague.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Table of contents	
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	11
2. <u>REPORTS OF THE DIVISIONS</u>	15
2.1. Westerbork Telescope Group	15
2.2. Dwingeloo Telescope Group	37
2.3. Computer Group	39
2.4. Laboratory and Central Technical Services	47
2.5. Astronomy Group	78
2.6. Administration of the Foundation/General Affairs	81
3. <u>ASTRONOMICAL REPORTS</u>	87
(3.1. Dutch; 3.2.-3.7. English)	
3.1. Summary of highlights (Dutch)	87
3.2. Astronomical Research done by NFRA staff	96
3.3. NFRA related Research at the Anton Pannekoek Institute, Amsterdam	117
3.4. NFRA related Research at the Kapteyn Laboratory, Groningen	119
3.5. NFRA related Research at the Leiden Observatory	151
3.6. NFRA related Research at the Astronomical Institute of Nijmegen	191
3.7. NFRA related Research at the Utrecht Observatory	193
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	197
4.1. Reports of the Board and the Program Committee	197
4.2. Reports of the Divisions	202

INHOUDSOPGAVE

Blz.

Inhoudsopgave	
1. <u>VERSLAGEN VAN BESTUUR EN PROGRAMMA COMMISSIE</u>	7
1.1. Bestuursverslag	7
1.2. Verslag van de Programma Commissie	11
2. <u>AFDELINGSVERSLAGEN</u>	15
2.1. Telescoopgroep Westerbork	15
2.2. Telescoopgroep Dwingeloo	37
2.3. Computergroep	39
2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst	47
2.5. Astronomengroep	78
2.6. Algemene Zaken / Het Bureau	81
3. <u>ASTRONOMISCHE VERSLAGEN</u>	87
(3.1. Nederlandstalig; 3.2.-3.7. Engelstalig)	
3.1. Samenvatting van hoogtepunten van het onderzoek in 1986	87
3.2. Astronomisch onderzoek van SRZM-stafleden	96
3.3. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek te Amsterdam	117
3.4. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen	119
3.5. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden	151
3.6. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen	191
3.7. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht	193
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	197
4.1. Reports of the Board and the Program Committee	197
4.2. Reports of the Divisions	202

	Page
Appendix A. <u>ORGANISATION</u>	211
A.1. Board	211
A.2. Management	211
A.3. Committees	212
A.4. Works Council	213
A.5. General parts committee	213
A.6. Laboratory instruments committee	213
A.7. UK/NL Steering Committee	213
A.8. Public Relations	214
A.9. (Inter)national committees	214
Appendix B. <u>PERSONNEL</u>	216
B.1. Bureau of the Foundation	216
B.2. Telescope Group	216
B.3. Central Technical Services	217
B.4. Laboratory	217
B.5. Computer Group	218
B.6. Astronomy Group	218
B.7. Work-students	219
B.8. Personnel seconded to UK/NL observatories	219
B.9. Visitors	219
Appendix C. <u>FINANCES 1986/1987</u>	220
Appendix D. <u>OBSERVING FACILITIES</u>	221
D.1. Observing facilities at Westerbork	221
D.2. Observing facilities at Dwingeloo	225
Appendix E. <u>PUBLICATIONS AND REPORTS</u>	227
E.1. Research papers	227
E.2. Review papers and conference contributions	232
E.3. Popular papers	236
E.4. Internal Technical Reports	237
E.5. Notes	238
E.6. Colloquia in Dwingeloo	240
E.7. Colloquia given by NFRA staff	241
E.8. Conference attendance of NFRA staff	243
Appendix F. <u>ABBREVIATIONS</u>	245
Appendix G. <u>ADDRESSES</u>	248

Appendix A. <u>ORGANISATIE</u>	211
A.1. Bestuur	211
A.2. Directie	211
A.3. Commissies	212
A.4. Ondernemingsraad	213
A.5. Magazijncommissie	213
A.6. Meetinstrumentencommissie	213
A.7. Stuurgroep UK/NL Samenwerking	213
A.8. Algemene kontakten	214
A.9. (Inter)nationale commissies	214
Appendix B. <u>PERSONEEL</u>	216
B.1. Bureau van de Stichting	216
B.2. Teleskoopgroep	217
B.3. Centrale Technische Dienst	217
B.4. Laboratoriumgroep	217
B.5. Computergroep	218
B.6. Astronomen	218
B.7. Werkstudenten	219
B.8. Uitgezonden in het kader van de UK/NL samenwerking ..	219
B.9. Bezoekers	219
Appendix C. <u>FINANCIEN 1986/1987</u>	220
Appendix D. <u>WAARNEEMFACILITEITEN</u>	221
D.1. Waarneemfaciliteiten Westerbork	221
D.2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo	225
Appendix E. <u>PUBLIKATIES EN RAPPORTEN</u>	227
E.1. Onderzoek artikelen	227
E.2. Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen	232
E.3. Populaire artikelen	236
E.4. Internal Technical Reports	237
E.5. Notes	238
E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1986	240
E.7. Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers SRZM ..	241
E.8. Deelname van SRZM-medewerkers aan congressen ...	243
Appendix F. <u>AFKORTINGEN</u>	245
Appendix G. <u>ADRESLIJST</u>	248

1. VERSLAGEN VAN BESTUUR EN PROGRAMMA COMMISSIE

1.1. Bestuursverslag

door W.B. Burton, bestuurslid

De Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg (RZM) is verantwoordelijk voor het merendeel van de technische en instrumentele ondersteuning van de sterrenkundigen op de Nederlandse Universiteiten. Van oudsher heeft RZM zich geconcentreerd op radio technieken en op de exploitatie van radiotelescopen. Hoewel de Synthese Radio Telescoop in Westerbork (WSRT) nog steeds de eerste verantwoordelijkheid van de Stichting is, heeft zich een grote groei en een diversificatie van de activiteiten van RZM voorgedaan sinds de in 1981 tussen ZWO en de Britse Science and Engineering Research Council (SERC) gesloten overeenkomst voor het gemeenschappelijk exploiteren en instandhouden van sterrenwachten op La Palma (Canarische Eilanden) en Hawaii. RZM heeft nu medeverantwoordelijkheid voor instrumentatie van optische telescopen met diameters van respectievelijk 1 m (Jacobus Kapteyn Telescope), 2,5 m (Isaac Newton Telescope), en 4,2 m (William Hershel Telescope) op La Palma, en van de submillimeter James Clerk Maxwell Telescope (15 m) op Mauna Kea. Het laboratorium in Dwingeloo heeft hiervoor nieuwe gespecialiseerde instrumenten moeten aanschaffen en staf zowel als personeel heeft de nieuwe technieken door heren bijnachting moeten leren. Het vermogen zowel als de variëteit van de productie van RZM is in de laatste zeven jaren enorm toegenomen bij een gelijk gebleven personeels omvang.

Het Bestuur heeft, tesamen met andere vertegenwoordigers van de Nederlandse astronomische gemeenschap, een lange termijn visie, "De strategie van de Nederlandse Astronomie", in april aangeboden aan de Minister van Onderwijs en Wetenschappen. Dit strategisch plan bevatte, behalve een antwoord op de nieuwe uitdagingen in het algemeen, ook een antwoord van de gemeenschap op het rapport van de "Foreign Evaluation Committee" (AFEC). Deze commissie was tegen het eind van 1985 door de Stichting ASTRON op verzoek van ZWO bijeengeroepen voor een kritische evaluatie van de Nederlandse Astronomie, exclusief het ruimte onderzoek, maar uiteraard inclusief het werk en de instrumenten van RZM.

Het AFEC rapport was zeer positief over de Nederlandse sterrenkunde; tegelijkertijd bevatte het uitdagingen die het Bestuur van harte ondersteunt. Met betrekking tot het werk van RZM werd door AFEC benadrukt dat "...continued upgrading has kept the SRT at a world level of excellence", en dat vernieuwende verbetering stellig moet worden voortgezet. De Britse Nederlandse samenwerking werd door AFEC ook krachtig ondersteund: "Not only does this make available to Dutch astronomers ready access to northern-hemisphere optical, infrared, and submillimeter facilities of world class; it

also enables them to carry out the optical, infrared, and sub-millimeter follow-up of Westerbork observations...".

Op 9 september vond overleg plaats tussen de Besturen van RZM en ASTRON, de directeur van ZWO en een delegatie van de Gebiedsraad in oprichting voor de exacte wetenschappen, Gio-E, over de consequenties van het Strategisch plan. Met name werd de aandacht gericht op de ernstige financiële problemen die zich voor de ZWO astronomie voordoen gedurende de jaren 1987 tot 1991, problemen die het gevolg zijn van de tijdelijke overlap van de initiële investeringen en de kosten van exploitatie van de sterrenwachten op La Palma en Hawaii. In de eerste jaren van de Brits-Nederlandse samenwerking kon de overlap, die toen nog klein was omdat de sterrenwachten nog niet in vol bedrijf waren, worden opgevangen ten koste van investeringen voor onderhoud en vernieuwing van WSRT apparatuur. De bedragen die in de komende jaren nodig zijn, zijn te groot om dit nog langer vol te houden. Bovendien is het Bestuur er vast van overtuigd dat het onverantwoord is ontwikkelingswerk voor het aan de top houden van de WSRT verder uit te stellen. Dat het ZWO bestuur er in is geslaagd adequate subsidies te vinden voor het jaar 1987 stemt tot grote voldoening. Het Bestuur vertrouwt er op dat voor de volgende jaren naar een structurele oplossing voor dit tijdelijke maar wel heel ernstige probleem gestreefd zal worden.

Ook is het duidelijk dat het niveau van SRZM verplichtingen, dat in het begin stadium van de Brits-Nederlandse samenwerking noodzakelijk was, enigszins moet worden terug gebracht zodat voldoende ontwikkelingen voor de WSRT kunnen plaats hebben om deze als een instrument van wereld klasse te handhaven.

Ongeveer eens per twee jaar wordt een vergadering van gebruikers van de WSRT belegd teneinde te praten over het verbeteren van de effectiviteit van het instrument. Tijdens de bijeenkomst, in juni door A.G. de Bruyn geörganiseerd, is zeer levendig gediscussieerd over de wensen van de gebruikers en de mogelijkheden deze te realiseren. Het bleek dat de grootste behoefte bestaat aan ontvangers met betere gevoeligheid dan de huidige, met de mogelijkheid snel van de ene naar de andere golflengte om te schakelen en liefst met de mogelijkheid voor ontvangst op kortere golflengten. Een aanvraag voor een project subsidie uit het IAS 1988-1992 ter realisering van een deel van deze wensen is tegen het eind van het verslagjaar bij ZWO ingediend.

De gebruikers hebben in 1986 ten volle de vruchten kunnen plukken van de enkele jaren geleden geïnstalleerde nieuwe ontvangers voor 92 cm golflengte. Toekomstplannen voor Dwingeloo als gegevensverwerkings centrum van een uitgebreider VLBI netwerk, waarin ook satelliet ontvangers een rol gaan spelen, stonden zeer in de belangstelling. Onder aanvoering van R.T. Schilizzi werd een aanvraag voor steun van de Europese Gemeenschap voorbereid door het Europese VLBI netwerk consortium (EVN). Ook werd een kleuren brochure over het Europese netwerk geproduceerd.

Gedurende dit jaar was betrokkenheid bij ruimte VLBI aan de orde. ESA moest haar rol in de QUASAT missie opnieuw bestuderen na de vertragingen in het NASA Explorer programma als gevolg van de ramp met de Challenger. Tegelijk werd in Dwingeloo de mogelijkheid onderzocht om op bescheiden wijze, in de vorm van een 6 cm ontvanger, een bijdrage te leveren aan een Sovjet VLBI satelliet (Radio-Astron).

De reeds enkele jaren geleden begonnen vervanging van de aandrijfsystemen van de telescopen van de WSRT kwam dit jaar klaar. Tevens werden de contragewichten van twee telescopen verzwaard teneinde het dichtere gaasoppervlak te compenseren. Door op een bijzondere manier gebruik te maken van de normaal alleen bij VLBI waarnemingen gebezigeerde apparatuur is het gelukt een aantal pulsars met de WSRT waar te nemen. De 350 GHz ontvanger kwam gereed en werd op de James Clerk Maxwell Telescope geïnstalleerd. Op 16 december werd deze ontvanger gebruikt om voor het eerst met de JCMT de CO J=3-2 lijn in de Orion nevel waar te nemen. Het standaard JCMT middenfrequent systeem is in juni afgeleverd aan het telescoop team. In Dwingeloo werd het ontwerp voltooid van een speciaal voor RZM te maken chip, die de standaard bouwsteen moet worden voor een 2000 kanaals digitale autocorrelator spectrometer met een bandbreedte van 2 GHz, af te leveren aan de JCMT in 1988. RZM heeft de formele verantwoordelijkheid voor het contract met het Royal Greenwich Observatory voor de bouw van de "Utrecht Echelle Spectrograph (UES)" op zich genomen. De tweede fase van het werk aan de archiverings programmatuur voor alle La Palma gegevens kwam vrijwel gereed en werd op RGO gedemonstreerd. Het ontwerp en ontwikkelingswerk voor het CCD controller project kreeg zin beslag.

De DWARF reductie programmatuur werd in Leiden en Groningen geïnstalleerd. Op beide plaatsen wordt het intensief gebruikt vooral om via het redundantie-pakket hoog dynamisch bereik in Westerbork kaarten te verkrijgen. In Dwingeloo werd de door ESO ontwikkelde MIDAS software geïnstalleerd. AIPS, het NRAO-VLA reductie pakket wordt, evenals in vorige jaren zeer veel gebruikt. De grote hoeveelheid gegevensverwerking die in Dwingeloo plaats vindt belast RZM's beide computers op alle uren van de dag en alle dagen van de week vrijwel volledig. Een vergroting van de computer capaciteit is dan ook een absolute noodzaak geworden.

Plannen voor een televisiezender in het noorden van Frankrijk vormden een ernstige bedreiging voor Westerbork waarnemingen op 49 cm. Mede dankzij de inspanningen van enkele leden van de RZM staf, konden deze plannen zodanig worden gewijzigd dat op korte termijn geen storing is te verwachten op deze golflengte. Een definitieve oplossing moet nog worden gevonden.

Het Bestuur heeft zich in 1986 bezig gehouden met het carrièrebeleid van de RZM staf. De noodzaak hiervoor kwam enerzijds voort uit de veranderende rol van de staf bij het zich aanpassen aan de uitdagingen van de nieuwe technieken, anderzijds uit het feit dat in 1974 voor het laatst door het bestuur over dit beleid

was nagedacht. Toen waren de activiteiten van de Stichting op één telescoop en één soort techniek gericht. Nu, met een staf van gelijke grootte, beweegt RZM zich over een veel breder spectraal gebied en moet zij zich meten met buitenlandse partners.

Een ad hoc commissie, voorgezeten door H. van Woerden en met C. Kramer en J. van Nieuwkoop als leden, werd benoemd om het carrièrebeleid te bestuderen. De commissie stelde zich op de hoogte van de gang van zaken in dezen bij natuurkundige zuster stichtingen, FOM en AMOLF, en bij het natuurkundig laboratorium van Philips. Een discussienota over dit onderwerp werd in september in het Bestuur besproken. Tegen het eind van het jaar vond ook een eerste discussie met de directie plaats. Hierbij kwam ook de algemene management structuur van RZM, die sedert 1970 niet fundamenteel gewijzigd is, aan de orde. In de loop van 1987 zal het werk van de commissie Van Woerden worden afgesloten.

Het zomerstudent programma van RZM heeft nu een duidelijke plaats veroverd en voorziet kennelijk in een behoefte. In 1986 hebben vier studenten (twee uit de USA één uit Groot Brittannië en één uit Italië) met de leden van de astronomengroep aan een aantal onderzoeksprojecten gewerkt. Zowel het aantal als de kwaliteit van de candidaten voor dit programma waren heel hoog. RZM speelde een belangrijke rol in de locale organisatie van de 19e conferentie van "Young European Radio Astronomers" (YERAC), in de eerste week van september in Havelte. Er waren ongeveer 70 deelnemers.

In de directie volgde W.N. Brouw in juli J.P. Hamaker op als hoofd van de computergroep, terwijl R.G. Strom op 1 januari 1987 wordt opgevolgd door R.T. Schilizzi als hoofd van de astronomengroep. Wegens vertrek naar de USA legde W.M. Goss zijn bestuurslidmaatschap neer. R. Sancisi neemt per 1 januari 1987 zijn plaats in het Algemeen Bestuur in. P.C. van der Kruit heeft Goss' functie als voorzitter van de Programma Commissie overgenomen.

Het Dagelijks Bestuur kwam op 27 februari, 16 april, 7 mei, 22 september en 28 november bijeen. Het Algemeen Bestuur had alleen op 7 mei een vergadering. De vergadering van 9 december werd verschoven naar februari 1987. De 30e verjaardag van de opening van de 25 meter telescoop in Dwingeloo viel op 18 april en werd door het Bestuur in de april vergadering op eenvoudige wijze gevierd.

De volgende vergadering van de Buitenlandse Adviseurs van RZM zal in oktober 1987 worden gehouden. Hoewel tot nog toe ongeveer eens per drie jaar het advies van de adviseurs werd ingeroepen en de laatste keer in 1983 was, leek het verstandig dit keer een jaar meer te laten verstrijken omdat de eerder in dit verslag vermelde evaluatie van de astronomie door AFEC in het najaar van 1985 had plaats gevonden.

1.2. Verslag van de Programma Commissie

door J.M. van der Hulst, secretaris

De Programma Commissie (PC) is belast met het kritisch beoordelen van voorstellen voor waarnemingen met de radiotelescopen van de Stichting RZM (de WSRT en de Dwingeloo 25 m telescoop) en houdt toezicht op het verkrijgen van bruikbare resultaten uit deze waarnemingen. Voorstellen voor waarnemingen worden door twee leden van de PC beoordeeld alvorens ter vergadering te worden besproken. Deze beoordelingen zijn openbaar.

Appendix A3 van dit jaarverslag geeft een overzicht van de commissie zoals samengesteld per 1 januari 1987.

In augustus 1986 heeft Dr. P.C. van der Kruit het voorzitterschap overgenomen van Dr. W.M. Goss wegens diens vertrek naar de Very Large Array. Dr. R. Sancisi is per augustus 1986 als lid toegetreden om de PC weer op volle sterkte te brengen aangezien Van der Kruit reeds PC lid was.

In 1986 vergaderde de PC tweemaal, op 15 januari om 92 cm voorstellen te bespreken en op 22 oktober om 21 cm en 49 cm voorstellen te behandelen. Tussendoor is er een schriftelijke raadpleging van de PC leden geweest om tot toewijzing van 6 cm voorstellen te komen. Het aantal ingediende 6 cm voorstellen leek onvoldoende om een uitgebreide PC vergadering uit te schrijven. In plaats daarvan is met uitgebreidere referee rapporten gewerkt. Het geringere aantal 6 cm voorstellen is zeer waarschijnlijk een statistische fluctuatie. Het grote, daaropvolgende aantal aanvragen voor 49 cm en vooral 21 cm waarneemtijd geeft hier ook blijk van. Het totale aantal voorstellen dat in 1986 behandeld is is zeer groot: 17 voorstellen voor 92 cm en 16 voorstellen voor 6 cm (waarvan 2 voor lijnwerk), 32 voorstellen voor 21 cm (waarvan 20 voor lijnwerk) en 14 voorstellen voor 49 cm. De stroom voorstellen uit het buitenland blijft vrij constant en is circa 20% van het totaal, waarbij voorstellen met projectleiders in Nederland die samenwerken met collega's in het buitenland niet zijn meegeteld.

De indeling van de WSRT waarneemperiodes was in 1986 meer ad hoc en gecompliceerder dan anders, onder andere door het uitlopen van de 21 cm periode begin 1986 wegens resterende problemen in het DXB en veranderingen in het VLBI jaarschema. Hierdoor zijn er relatief veel frontend wisselingen geweest zoals uitvoeriger vermeld in het verslag van de Teleskoopgroep. De DXB problemen betroffen voornamelijk de 2-bit waarneemmodus en oplossen ervan heeft de hele maand januari in beslag genomen. In 1986 is op alle golflengtes gemeten, met 18 cm, 49 cm voornamelijk ten behoeve van VLBI.

De in december 1986 begonnen 21 cm periode zal gezien het grote aantal toewijzingen vermoedelijk tot augustus/september 1987 duren. Gezien de lange duur van deze periode en de lage vergaderfrequentie van de PC worden de gebruikers opnieuw gewezen op de

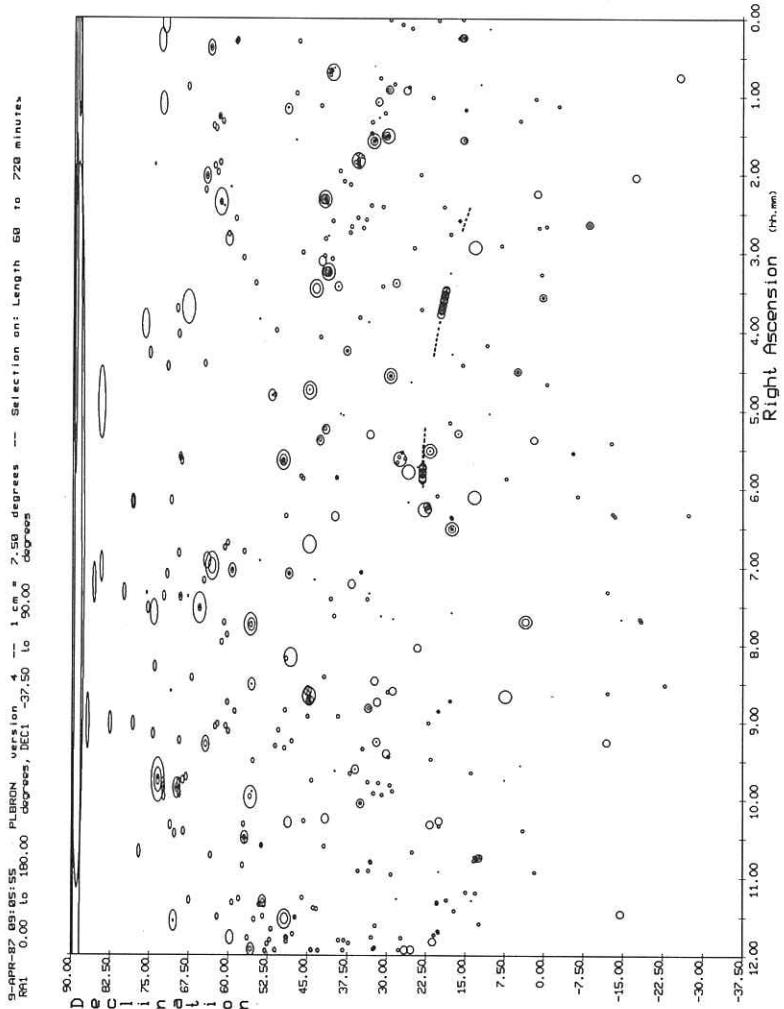


Fig. 1.2.1. Overzicht van het sedert 1979 met de WSRT waargenomen deel van de hemel. Concentrische cirkels (ellipsen) geven op meer dan één golflengte waargenomen velden weer. Metingen van een aantal keren 12 uur zijn door één symbool weergegeven. Alleen metingen langer dan 1 uur zijn opgenomen.

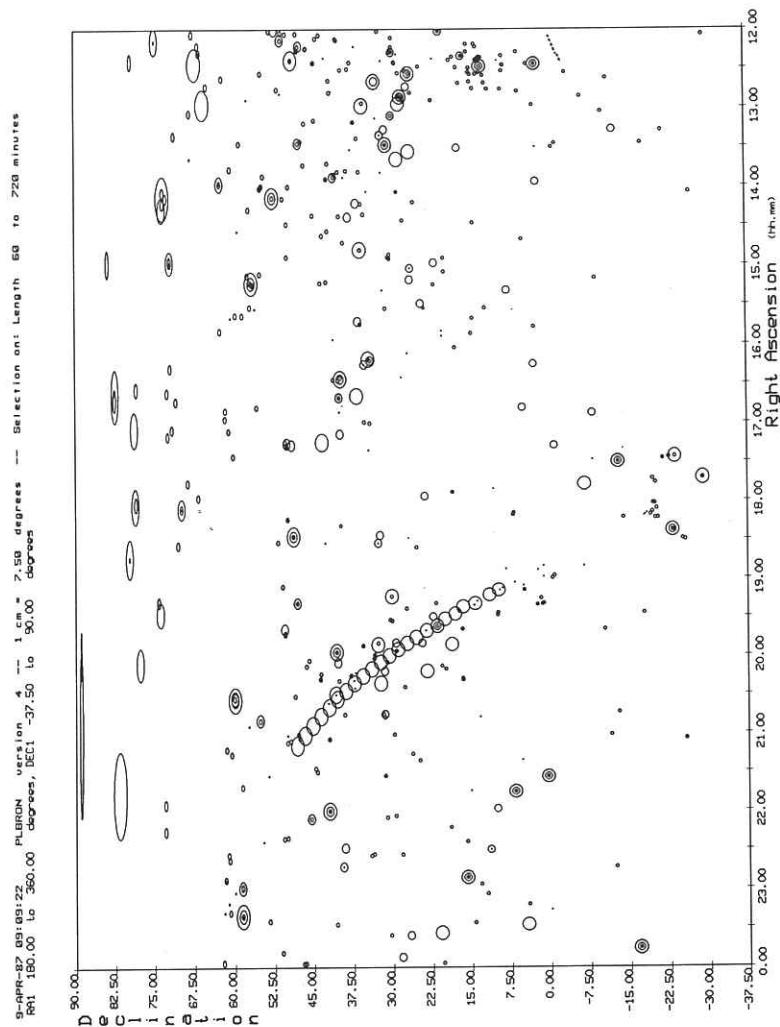


Fig. 1.2.1. Map of the sky as observed by the WSRT. Concentric symbols indicate multi-frequency observations. Note that observations of more than 1 x 12h duration are indicated by one symbol. Short observations (< 1h) are not included.

mogelijkheid urgente en/of weinig telescoop tijd vergende projecten ad interim bij de PC voorzitter in te dienen.

De PC heeft in haar laatste vergadering van 1986 besloten om onder de gebruikers een enquête te houden naar de status van de sinds 1982 ingediende voorstellen waaraan waarneemtijd is toegekend. Doel van de enquête is om een overzicht te krijgen van de project voortgang. Behalve de PC zal ook de reduktiegroep de enquêtegegevens gebruiken om een idee te krijgen van de nog te verwachten belasting in gegevensverwerking.

Instructief voor zowel het werk met de WSRT tot nu toe alsook de mogelijkheden in de toekomst is figuur 1.2.1. In deze globale kaart van de gehele voor de WSRT bereikbare hemel zijn de sedert medio 1979 met de WSRT waargenomen velden afgebeeld als cirkels c.q. ellipsen. Grottere cirkels stellen metingen op lange golflengten voor, kleinere cirkels metingen op korte golflengten. Naast het feit dat een groot deel van de hemel nog duidelijk voor de WSRT braak ligt illustreert deze figuur een aantal andere aspecten. Zo laat het vaak voorkomen van groepjes concentrische cirkeltjes (ellipsen) van verschillende grootte zien dat er veel objecten op verschillende golflengten zijn waargenomen, onder meer voor studies van de polarisatie en spectrale index verdelen. Ook opvallend is de rij cirkels rond rechte klimming 18 uur en declinatie 30 graden. Dit is het tot nu toe gekarteerde gedeelte van het melkwegvlak, waar een grote variëteit aan objecten gevonden kan worden.

2. AFDELINGSVERSLAGEN

2.1. Teleskoopgroep Westerbork

Het jaar 1986 wordt gekarakteriseerd door een ongewoon groot aantal waarnemmodi waarin de SRT is gebruikt en, uiteraard, door het aantal daaraan gepaard gaande systeem wisselingen. Een aantal van deze systeemwisselingen was nodig om de gewenste VLBI waarnemmode zo dicht mogelijk te benaderen, en in te passen in het schema voor lokale waarnemingen.

Er zijn dit jaar geen volledig nieuwe ontvangersystemen geinstalleerd, zodat we het bestaande systeem op zijn merites hebben kunnen beproeven. Er zijn nog duidelijke aspecten die verbetering behoeven, zoals de 2-bits mode van de lijnontvanger en de bandsynthesizerstabiliteit van de continuumontvanger.

Het aanbrengen van de nieuwe aandrijfsystemen op de teleskoppen is dit jaar voltooid. Met uitzondering van de periode waarin teleskopen C en D van nieuwe aandrijvingen werden voorzien, ging het waarnemen gewoon door. De betrouwbaarheid van de telescoopsturing is met de nieuwe aandrijving duidelijk sterk verbeterd.

Aan de personele kant heeft de teleskoopgroep moeten inleveren, doordat W.H.J. Beerekamp een tijdelijke uitzending naar de La Palma Sterrenwacht aanvaardde.

2.1.2. Teleskoopgebruik

In de laatste weken van 1985 bleken in een aantal configuraties van de 2-bit DXB-metingen correlatiefuncties met offsets te ontstaan. Het jaar begon zodoende met een intensieve testperiode om dit probleem aan te pakken. De oplossing werd gevonden in het rigoreus aan elkaar koppelen van de timing van de gehele DXB/DLB combinatie en het weglaten van de gegevens die buiten de toegestane tijdvensters vallen. Verlies van een paar procent gevoeligheid was de prijs, die betaald moest worden om tegen eind januari het waarnemprogramma weer volledig te kunnen uitvoeren.

Begin maart is het 21-cm programma afgebroken om plaats te maken voor 18-cm VLBI. Deze 18-cm periode is redelijk goed verlopen, zij het dat voor het merendeel van de tijd slechts vier van de vijf frontends gebruikt konden worden, en het enige Mk III experiment op zijn best dubieuw is verlopen. De DCB software deed de afhandeling van differentiële fringe niet correct. De hierop volgende 92-cm periode verliep goed.

Teneinde het nog resterende 21-cm werk af te maken is medio april weer naar 21-cm omgebouwd. Nadat het programma was afgewerkt zijn teleskopen C en D uit de array genomen voor vervanging van de aandrijfmechanismen. Op basis van een aantal interimvoorstellingen is enkele weken een beperkt programma met de 1.5 km array gemeten.

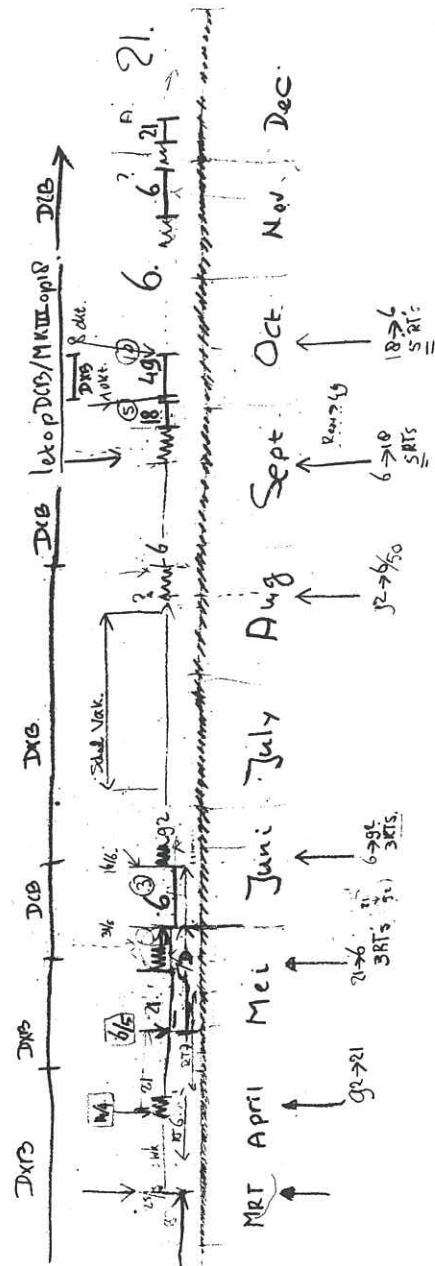


Fig. 2.1.1.
Foto van het bord in de vergaderzaal van de radiosternenwacht Westerbork met de planning voor de maanden april tot en met december.

In mei moest worden omgebouwd naar 6-cm voor deelname aan de VLBI periode in juni.

De opzet om gedurende de zomer 92-cm metingen te doen werd in het begin gedwarsboomd door delay storingen, waarschijnlijk een gevolg van temperatuur problemen binnen de HF-cabine. Achteraf is het een goed idee gebleken om gedurende de zomerperiode met kleine personele bezetting op 92-cm te meten. Het ongekoelde 92-cm systeem is uiterst betrouwbaar en gebruikt bovendien slechts een van de beschikbare backends.

De volgende ombouw naar 6-cm verliep heel moeizaam door een reeks problemen met de cryogene ontvangers. Ook het weer in gebruik nemen van het DCB na een lange DXB periode verliep niet zonder storingen. (Total power registratie bleek defect, A/D omzetters bleken ontregeld).

De VLBI op 18-cm en 49-cm bij de wisseling van het derde en vierde kwartaal ging zonder noemenswaardige moeilijkheden. Bij de VLBI bleek de "real time fringe finding" weer een uitstekend stuk gereedschap te zijn.

Het laatste kwartaal werd (alweer) gekenmerkt door een groot aantal systeemwisselingen. Het waarnemen werd bemoeilijkt door een teruglopend rendement van de luchtkoelinstallatie van de HF-cabine. Vervanging werd vertraagd door onverwacht lange leverijtijden van reserve materiaal.

Een overzicht van het telescoopgebruik in al zijn facetten wordt gegeven in de tabellen I t/m IV en de figuren 2.1.2 en 2.1.3. Naast de gegevens over het aantal geproduceerde Gigabytes in standaard bedrijf is geprobeerd de VLBI inspanning aan te duiden. Daar het aantal Gigabytes vóór de datareductie door correlatie niet vergeleken kan worden met de standaard Westerbork productie, is gekozen voor het aantal dagen in het jaar die totaal aan, en voor VLBI zijn besteed.

Bijgaande foto (Figuur 2.1.1) is gemaakt van het bord in de vergaderzaal en illustreert de mate van complexiteit van planning door de vele systeemwisselingen.

2.1.3. Het ontvangersysteem

Door het grote aantal systeemwisselingen is een juist inzicht (vooral quantitatief) alleen via de tabellen te verkrijgen.

2.1.3.1. Frontends

In het begin van het jaar waren de 21-cm frontends in de telescopen. Door de natte koude winter hadden we last van rijpvervorming op de 21-cm ingangsvenensters van de cryogene ketels wat resulteerde in een soms minder stabiele ruisinjectie.

In maart moesten de cryogene frontends omgebouwd worden naar 18 cm voor VLBI. Bij deze ombouw bleek een van de frontends niet betrouwbaar genoeg om in de tied array opgenomen te worden. Na de

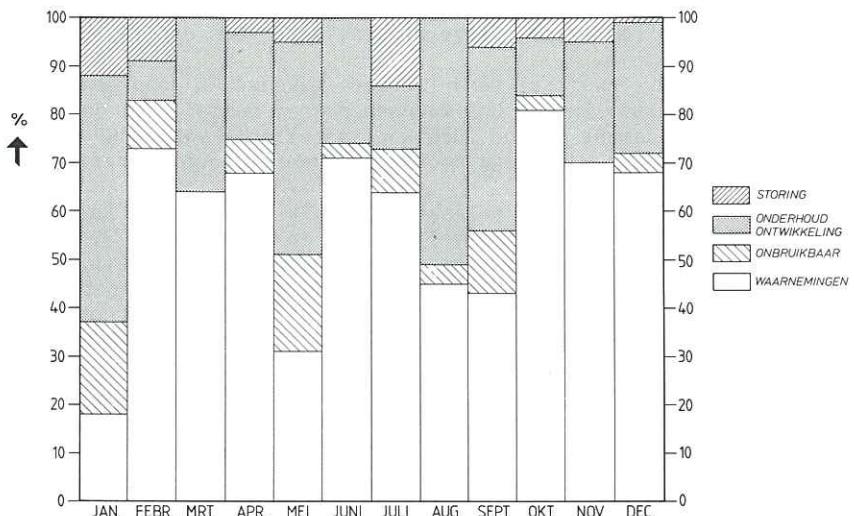


Fig. 2.1.2. Overzicht telescoopgebruik per maand in 1986.

Useage of the WSRT in 1986.

storing = faults;
onderhoud/ontwikkeling = maintenance/developments;
onbruikbaar = unuseable results;
waarnemingen = observations.

18-cm VLBI volgde een 92-cm VLBI-periode, welke weer opgevolgd werd door een 21-cm periode, met cryogene frontends, die in mei voor de VLBI weer naar 6-cm omgebouwd moesten worden.

Over de zomer is met de 92-cm ongekoelde frontend serie gema-ten, ook om de vakantieperiode met een zo stabiel mogelijk systeem te overbruggen. Dit werd gevolgd door een VLBI-periode, nu op 18-cm en een VLBI-periode op 49-cm. Specifieke faseklachten leidden tot subtiele gebreken in de centrale fringebesturing, een systeem dat tot nu toe met weinig problemen functioneerde. In de meeste kanalen is het probleem weggewerkt, en restten er nog enkele met phase discontinuiteten van enkele graden. Daaropvolgend werd op 6-cm waargenomen, een periode die ook weer met een week VLBI werd afgesloten.

De daaropvolgende ombouw naar 21-cm, in eerste instantie ook voor VLBI, werd tot de jaarwisseling gevolgd door een 21-cm standaard waarneemperiode.

2.1.3.2. Backends

Een probleem dat al eerder was onderkend, n.l. dat de twee backends DXB en DCB een compatibiliteitsprobleem hadden omdat het DCB het DXB "zag" via de L02 is door de inbouw van signaalscheiders met veel hogere isolatie voor de L02 signalen opgelost. De beide L02's kunnen nu ingeschakeld blijven, hetgeen de wisseling tussen DXB en DCB vereenvoudigt.

Het L0-synthesizer systeem heeft een aantal modificaties ondergaan, waarvan de belangrijkste wel is, dat de Schomandl synthesizers vervangen zijn door PTS synthesizers, met ieder een eigen bussturing. Een DCB probleem werd gegeven door een fasestabiliteit van de acht bandsynthesizers. Bij twee van de acht bleek dit met name voor de VLBI mode onvoldoende. Er worden nieuwe synthesizers gemaakt en gedurende de VLBI perioden zijn de twee slechtste tijdelijk door de vrijgekomen, niet computer gestuurde SchomandQs, vervangen. In de 6 cm periode in het najaar is veel aandacht besteed aan de compatibiliteit van de IF-signaal niveaus tussen beide backends en de gespecificeerde frontend-output niveaus.

2.1.3.3. Externe storingen

Over het algemeen hebben we dit jaar weinig last gehad van externe storingen. Enkele storingen tijdens militaire oefeningen zijn een bekend patroon.

Het meest onbegrepen is een in oktober opgetreden zeer breed-bandige storing (18 cm) in de ochtend, die sterretijd gekoppeld leek. Helaas moesten we na een aantal dagen ombouwen naar een andere golflengte zonder de oorsprong ervan te hebben kunnen vaststellen.

Op het punt van frequentiebanden voor de radiosterrenkunde is in het afgelopen jaar nogal wat activiteit nodig geweest. Het

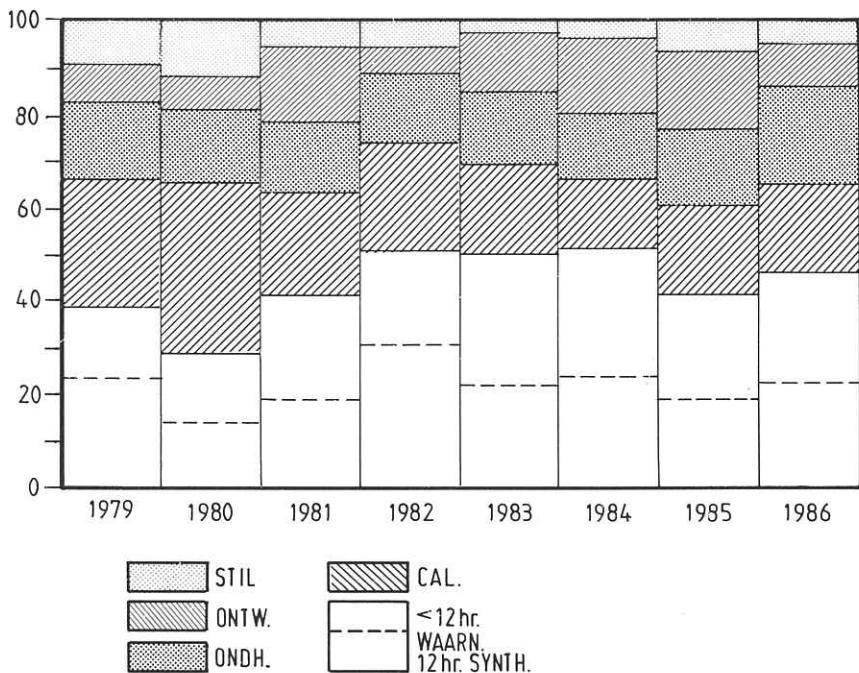


Fig. 2.1.3. Overzicht telescoopgebruik over totale tijd.

STIL. = Stilstand t.g.v. storing, weer, e.d.
ONTW. = Ontwikkeling van hard- en software
ONDH. = Periodiek onderhoud
CAL. = Calibratie
WAARN. = Waarnemingen

Telescope use.

STIL. = Stopped as a result of fault, weather, etc.
ONTW. = Hardware and software development
ONDH. = Maintenance
CAL. = Calibration
WAARN. = Observations

moeilijkste punt was het Franse plan om onze 49-cm band (=kanaal 38 van de Europese televisiekanaalindeling), te gaan gebruiken voor T.V. uitzendingen in Noord-Frankrijk. Met medewerking van Franse collega's (Obs. Meudon) hebben we de argumenten daartegen zo weten te presenteren, dat de Franse plannen herzien werden. We moeten in het algemeen wel constateren dat de druk op "passieve" banden steeds sterker wordt, en dat in de toekomst onze inspanningen om deze vrij te houden zullen moeten toenemen.

2.1.4. Het mechanisch/elektrisch systeem

De in het vorig jaar begonnen vervanging van de aandrijvingen op de teleskopen is dit jaar voor de zomer voltooid. De teleskopen 6, 7, C, D en 8 zijn, in deze volgorde, voorzien van nieuwe apparatuur en motoren.

Na het installeren van de nieuwe aandrijvingen op teleskopen C en D bleek dat het elektrisch afremmen van deze teleskopen op de uurhoekmotoren in de uiterste uurhoekstanden een langere remweg vergde dan bij de middenuurhoekstand. Vooral bij een flinke westenwind liepen de teleskopen bij het begin van een meting (-90° uurhoek) gemakkelijk in de eindschakelaar. Een nader onderzoek bracht aan het licht dat de balansering van de teleskopen C en D rond de poolas onvoldoende was. In augustus is ca. 3600 kg lood in de ballast cylinders van de teleskopen C en D bijgegoten. Dit bleek voldoende om de balansering weer zo te maken, dat elektrisch afremmen ook bij uiterste uurhoeken goed gaat.

Gedurende de stormachtige perioden wordt hinder ondervonden van de spelingen in de tandbuskopplingsen in het inwendige van de tandwielkasten. Deze spelingen, veroorzaakt door slijtage, uiten zich in positie afwijkingen zowel in uurhoek als in declinatie. Om hierin verbetering te brengen is een overmaatse tandbuskoppeling met bijbehorende as ontworpen. De as is aan de rondselzijde verlengd zodat het later mogelijk is een aandrukinstelling aan te brengen om daarmee de speling in de buitenvertanding op eenvoudige wijze op te heffen.

Gedurende de afgelopen zomer bleek de werking van de lichtkoelinstallatie voor ontvangerruimte en HF-cabine onvoldoende. Als eerste oorzaak bleek dat de 5 jaar geleden geboorde waterbron onvoldoende oplagaf. Een tweede bron op enige afstand van de eerste loste dit probleem op. Een ernstige lekkage in een van de installaties liet de tweede oorzaak zien: ernstige vervuiling door het grondwater. Door de lekke koelelementen uit het circuit te nemen werd op verlaagd koelniveau doorgewerkt. Bij een tweede uitval van een koelelement is een deel van de apparatuur in de HF cabine uitgeschakeld teneinde te hoge temperatuur voor de op dat moment operationeel zijnde ontvanger (DXB) te voorkomen. De levering van reserve koelelementen duurde langer dan was verwacht.

Een punt van verdergaande aandacht zijn de voedings- en signaalkabels op de teleskopen. Na vervanging van een kabel (no. 5)

op RTC en D bleek deze na twee maanden weer defect. Dit probleem vraagt om een diepergaand onderzoek dan simpel vervangen.

Tabel IA. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1986.

Datum		Basislijn	Ontvangersysteem
Begin	Eind		
1 jan	16 jan	90 m	21-cm DXB
16 jan	30 jan	54 m	21-cm DXB
30 jan	31 jan	36 m	21-cm DXB
31 jan	4 feb	36 m	21-cm DCB
4 feb	5 feb	36 m	21-cm DXB
5 feb	5 feb	36 m	21-cm DCB
5 feb	10 feb	36 m	21-cm DXB
10 feb	11 feb	36 m	21-cm DCB
11 feb	12 feb	72 m	21-cm DXB
12 feb	13 feb	72 m	21-cm DCB
13 feb	21 feb	72 m	21-cm DXB
21 feb	22 feb	72 m	21-cm DCB
22 feb	24 feb	72 m	21-cm DXB
24 feb	5 mrt	54 m	21-cm DXB
5 mrt	13 mrt	54 m	18-cm DXB/DCB (VLBI met RT 0,A,B, C,D)
13 mrt	14 mrt	54 m	92-cm DXB (VLBI met RT 1 t/m 9)
14 mrt	15 mrt	54 m	18-cm DXB (VLBI met RT 0,A,B,C,D)
15 mrt	16 mrt	54 m	92-cm DXB (VLBI met RT 1 t/m 9)
16 mrt	17 mrt	54 m	18-cm DXB (VLBI met RT 0,A,B,C,D)
17 mrt	26 mrt	54 m	92-cm DXB ("full tied array")
26 mrt	10 apr	72 m	92-cm DXB
10 apr	14 apr	36 m	92-cm DXB
14 apr	24 apr	36 m	21-cm DXB
24 apr	29 apr	90 m	21-cm DXB
29 apr	6 mei	72 m	21-cm DXB
6 mei	9 mei	90 m	21-cm DXB
9 mei	13 mei	36 m	21-cm DXB
13 mei	16 mei	54 m	21-cm DXB
16 mei	20 mei	72 m	21-cm DXB
20 mei	21 mei	72 m	21-cm DCB
21 mei	22 mei	72 m	21-cm DXB
22 mei	14 jun	72 m	6-cm DXB/DCB (VLBI met RT 0,8,A, B,C)
14 jun	23 jun	72 m	92-cm DXB
23 jun	27 jun	48 m	92-cm DXB
27 jun	1 jul	60 m	92-cm DXB
1 jul	21 jul	72 m	92-cm DXB
21 jul	25 jul	84 m	92-cm DXB
25 jul	30 jul	96 m	92-cm DXB
30 jul	5 aug	36 m	92-cm DXB

5 aug	15 aug	72 m	92-cm DXB
15 aug	20 aug	72 m	6-cm DXB
20 aug	25 aug	72 m	6-cm DCB
25 aug	26 aug	72 m	6-cm DXB
26 aug	5 sep	72 m	6-cm DCB
5 sep	6 sep	72 m	6-cm DXB
6 sep	20 sep	72 m	6-cm DCB
20 sep	2 okt	72 m	18-cm DCB/DXB (VLBI met RT 0,A,B,C,D)
2 okt	9 okt	72 m	49-cm DXB (VLBI met RT 1 t/m 9)
9 okt	23 okt	72 m	6-cm DCB
23 okt	26 okt	36 m	6-cm DCB
26 okt	27 okt	36 m	6-cm DXB
27 okt	2 nov	72 m	6-cm DCB
2 nov	3 nov	72 m	6-cm DXB
3 nov	4 nov	72 m	6-cm DCB
4 nov	5 nov	72 m	49-cm DXB (pulsarmetingen)
5 nov	6 nov	72 m	6-cm DCB
6 nov	7 nov	72 m	6-cm DXB
7 nov	11 nov	72 m	6-cm DCB
11 nov	13 nov	72 m	49-cm DXB (pulsarmetingen)
13 nov	14 nov	72 m	6-cm DCB
14 nov	16 nov	72 m	49-cm DXB (o.a. pulsarmetingen)
16 nov	18 nov	72 m	6-cm DXB
18 nov	29 nov	72 m	6-cm DCB/DCB (VLBI met "full tied array")
29 nov	1 dec	72 m	6-cm DXB
1 dec	2 dec	72 m	6-cm DCB
2 dec	7 dec	72 m	21-cm DXB
7 dec	8 dec	72 m	21-cm DCB
8 dec	10 dec	72 m	21-cm DXB
10 dec	15 dec	72 m	21-cm DCB/DXB (VLBI met "full tied array")
15 dec	31 dec	72 m	21-cm DXB

Tabel IB. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1986.

Waarnemstops

Datum		Omschrijving
Begin	Eind	
5 jan	6 jan	Sneeuw
6 jan	17 jan	DXB onderzoek
20 jan	21 jan	DXB onderzoek
27 jan	28 jan	DXB onderzoek
29 jan	30 jan	DXB onderzoek
17 feb	18 feb	Meetsysteem loopt vast
3 mrt	6 mrt	Ombouw naar 18-cm VLBI
14 mrt	15 mrt	Problemen met 18-cm breedband VLBI
31 mrt	1 apr	Systeemtesten
2 apr	3 apr	DXB onderzoek
14 apr	18 apr	Omschakelen van 92 naar 21-cm
6 mei	7 mei	DXB onderzoek
22 mei	31 mei	Omschakelen van 21 naar 6-cm t.b.v. VLBI
14 jun	19 jun	Omschakelen van 6-cm naar 92-cm
3 jul	4 jul	Storing delaysysteem
7 jul	8 jul	Storing delaysysteem
13 jul	14 jul	Storing delaysysteem
21 jul	22 jul	Storing delaysysteem
25 jul	26 jul	Disk-drive uitgevallen
14 aug	29 aug	Omschakelen van 92 naar 6-cm
1 sep	2 sep	Sturing DCB
12 sep	13 sep	Storing fringe demodulatie
15 sep	16 sep	A/D controller DCB
18 sep	25 sep	Omschakelen van 6 naar 18-cm t.b.v. VLBI
29 okt	30 okt	Storing DCB
11 nov	13 nov	DLB onderzoek
13 nov	14 nov	Voeding DCB processor
17 nov	18 nov	Voorbereiding VLBI 6-cm
28 nov	29 nov	DCB total power detectie
2 dec	5 dec	Omschakelen van 6 naar 21-cm
5 dec	6 dec	Software fout
10 dec	11 dec	Voorbereiding VLBI 21-cm

Tabel IC. OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1986.

Totaalcijfers:

6-cm DCB	:	45	dagen
6-cm DXB	:	7	dagen
6-cm VLBI	:	24	dagen
18-cm VLBI	:	15	dagen
21-cm DCB	:	9	dagen
21-cm DXB	:	90	dagen
21-cm VLBI	:	4	dagen
49-cm DXB	:	3	dagen
49-cm VLBI	:	7	dagen
92-cm DXB	:	68	dagen
92-cm VLBI	:	11	dagen
Geen waarnemingen:		<u>82</u>	dagen
			<u>365</u>

Er vonden 86 systeem omschakelingen plaats, waarvan
12 ten behoeve van een andere waarnemfrequentie
12 ten behoeve van VLBI ("tied array")
52 ten behoeve van DCB/DXB omschakelingen
10 ten behoeve van pulsarmetingen

Er vonden 10 verwisselingen van frontendserie plaats.

Tabel II. TELESCOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN

	6 cm	18 cm	21 cm	49 cm	92 cm	om- bouw	Instru- menteel	1986 (totaal)	1985	1984	1983	1982	1981
a. 12-uurs synthese : cont.	4,2	-	0,3	0,2	7,1	-	-	12	13	15	12	17	8
: lijn	0,2	-	9,0	-	1,2	-	-	11	4	8	9	13	11
b. <12-uurs waarneming: cont.	7,3	2,7	2,1	1,7	5,5	-	-	19	18	17	20	13	18
: lijn	-	3,3	-	0,5	-	-	-	4	5	6	8	8	4
c. Calibratie	5,5	0,2	8,4	0,4	4,4	0,3	-	19	19	24	21	24	22
d. Onderhoud, systeemtests	3,3	1,0	2,7	0,5	7,8	10,7	0,4	21	17	16	15	16	18
e. Ontwikkeling, software	0,7	0,1	2,1	0,1	1,4	2,0	2,3	9	17	10	13	5	12
f. Storing, weer, stilstand	0,9	0,1	2,1	0,1	1,2	0,1	0,3	5	7	4	2	4	7
g. Jaartotaal 1986	22	4	30	3	23	13	3	100					
Netto rendement (a+b)/g	53	60	50	63	62	-	-	46	40	46	49	51	41
Bruto rendement (a+b+c)/g	78	72	78	78	81	2	-	65	59	70	70	75	63

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1986.

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
<u>6 cm continuum, gemeten met DCB.</u>			
250	Nova Cygni	Spoelstra	10
515	Long term radio variability of Seyfert galaxies	De Bruyn	2
627	SN in NGC 5033	v.d. Hulst, de Bruyn	8
913	HII regions in M33	v.d. Hulst, Goss, Taylor, Kennicutt, Deul, Viallefond	198
914	Blue galaxies	Oort	66
915	Identification of 3 C sources	Strom, Spinrad	119
916	Galactic plane variables near high energy sources	Taylor	97
917	Suspected planetary nebulae	Zijlstra, Pottasch	93
918	Combined observations of the WC7+04-5 variable HD193793	v.d. Hucht, Williams	48
919	Rapid variability in OJ 287 and BLLac	de Bruyn, Roberts	96
923	Deep Source Survey	Oort	1
925	HII regions in NGC 2403	Skillman, Israel	69
933	SS433	Vermeulen, Schilizzi, Fejes	12
936	SN in NGC 891	v.d. Hulst, Strom, de Bruyn, Watt, Foley, Schilizzi	36
			855
<u>6 cm continuum, gemeten met DXB.</u>			
936	SN in NGC 891	v.d. Hulst, Strom, de Bruyn, Watt, Foley, Schilizzi	12
			12
<u>6 cm lijn, gemeten met DXB.</u>			
936	SN in NGC 891	v.d. Hulst, Strom, de Bruyn, Watt, Foley, Schilizzi	24
			24

6 cm VLBI		
85-63G	Two New Compact doubles	Mutel
86-12G	Extended quasars	Hooimeyer
86-14G	Second epoch CTD93	Porcas
85-43	Variable structure sources	Padrielli
85-60G	New superluminal at sources	Canziam
86-21G	Peak flux limited sample	Cohen
85-42	Four week sources	Pearson
86-11G	Instabilities in the jet of 3C3091	Kus
86-13G	Changes in the cores of extended quasars.	Barthel
86-10	1920+154 a peculiar object near the galactic plane.	Inoue
84-53G	High declination com- plete sample	Witzell
85-64	Nucleus of NGC 4151	Preuss
85-61	RS Cvn and Algol Binaries	Felli
84-52	Complete smaple of radio galaxies.	Giovannini
86-45	The quasar 8605-085	Padrielli
85-10G	Core of Cygnus A	Linfield
86-49G	Cygnus X-1 system	Lestrade
86-51G	Superluminal monitoring of 3C395	Simon
86-17	Mapping the large bend in NRAO 150	Wan
86-46G	Quasar at redshift >3	Gurvits
86-58G	Third epoch complete sample	Barthell
16-52G	Monitoring 3C454.3	Pauliny-Toth
86-53G	Monitoring 3C345	Zensus
86-44	4765MHz OH towards H II regions.	Baudry
86-S9	1910+05	de Bruyn
85-21	The double quasar 0957+561	Porcas
		381

<u>18 cm lijn, gemeten met DXB.</u>			
905	Shocked OH clumping in IC443	Watt	8 8
<u>18 cm VLBI</u>			
85-69G	How far does superluminal motion go in 3C273	Wilkinson	11
85-68G	A VLA/MERLIN/VLBI map of the jet in 3C371	Wilkinson	12
86-S1	1456-165	Gardner	1
86-S2	W33	Matveyenko	2
85-33G	Broadening through Cygnus superbubble	Mutel	15
85-71	Stellar OH masers	Le Squeren	4
85-72G	LFV sources with steep spectra	Mantovani	24
84-59G	Three CSS quasar	v. Breugel	11
85-22G	Maser proper motions in W3(OH)	Bloemhof	8
85-65	CSS sources	Fanti	46
86-AH1	SS433	Fejes	10
85-63G	two new compact doubles	Mutel	24
86-26	3C395 in possible 180° bend	Banhatti	18
86-22	The grontational lens 2016+11	Porcas	11
M80	NRAO 140	Marsher	10
86-41	Hotspot in Cygnus A	Scheuer	12
86-36G	Compact double CTD93	Phillips	11
1			
85-70	Third epoch OH104.9+2.4	Diamond	12
86-01	Proper motion in W43(OH)	Diamond	5
			248
<u>21 cm continuum, gemeten met DCB</u>			
425	M33	Goss, v.d. Hulst, Taylor, Deul, Viallefond, Kennicutt	26
753	Combined observations of RS-CVn systems and a dMe flare star.	v.d. Oord, Kuypers	9
866	A deep galactic field survey	Taylor, Goss	12

876	Search for recombination lines in unidentified compact radio sources	De Bruyn	47
903	Occultation of pulsars	Strom	8
904	Starformation in barred IRAS galaxies	Hawarden, Legett, Mountain, Puxley	15
908	HI in voids	Sancisi, Ostriker	12
			129
21 cm continuum, gemeten met DXB			
955	Nova Cygni 1986	Spoelstra	2 2
21 cm lijn, gemeten met DXB.			
260	HI in NGC 4278	Raimond, Faber, Knapp, Gallagher	21
297	HVC distances	Wakker, Schwarz, v. Woerden	102
722	HI associated with SNRs	Greidanus, Strom, v.d. Laan	58
759	HI bridge between NGC 2820 and NGC 2814	v.d. Hulst, Hummel	12
868	Circum nebulae HI in planetary nebulae	Taylor, Pottasch	8
869	HI in NGC 7320	Shostak, Sullivan, Allen	24
870	Search for galaxies with extended HI disks	Sancisi, van Woerden, van Albada	100
873	HI opacity and magnetic fields in W2	v.d. Werf, Goss, Schwarz Bregman	83
874	HI in molecular clouds	v.d. Werf, Goss	74
884	Interaction of HVC and LVC in the Draco nebulae	Mebold, Kalberla, Schwarz	48
902	HI near NGC 4318	Fraix-Burnet, Bottinelli, Gouguenheim	12
906	Warps in galaxies	Sancisi	60
907	Dark halo of NGC 3198	v. Albada, Sancisi	39
908	HI in voids	Sancisi, Ostriker	24
909	HI on M101	v.d. Hulst, Sancisi	48
910	HI in M101	v.d. Hulst, Sancisi	72
926	High velocity cloud A IV	Wakker, Schwarz, v. Woerden	12
927	Circum nebular HI in planetary nebulae	Taylor Pottasch	35
928	HI absorption distances to galactic plane variables	Taylor, Gregory, Duric	12
930	HI associated with galactic HII regions	v.d. Werf, Goss	36

938	HI in blue and red dwarf galaxies	Caspers Israel, Burton	77
940	HI envelope of M81	v.d. Hulst, Appleton	12
942	Velocity dispersions in NGC 2613	Bottema, v.d. Kruit	12
943	HI distribution in NGC 4013	Bottema, Shostak, v.d. Kruit	12
944	HI in NGC 3310 and NGC 4736	Mulder, v.d. Kruit	12
			<u>999</u>
<hr/>			
<u>21 cm VLBI</u>			
84-20	The starburst galaxy M82	Unger	12
85-74	Young extragalactic SNRs	de Bruyn	11
86-29	Gravitational lens 0023+171	Hewitt	3
86-S10	SNR G179	Fuerst	1
85-34	The Seyfert NGC 5929	Pedlar	13
85-73	H-line absorption in NGC 5793	Gardner	6
			<u>46</u>
<hr/>			
<u>49 cm continuum, gemeten met DXB</u>			
936	SN in NGC 891	v.d. Hulst, de Bruyn Strom, Foley, Schilizzi, Skillman	12
948	Flux scale - 4C sources	Strom, Nan, Qian	13
953	SN 1979C in M100	De Bruyn, v.d. Hulst	12
			<u>37</u>
<hr/>			
<u>49 cm VLBI.</u>			
84-38	Hotspot and jets of 3C454.3	Pauliny-Toth	8
86-30G	Counterjet in 3C286	Marecki	14
85-33G	Broadening through Cynus superbubble	Mutel	9
86-S6	SNR in M82	Wilkinson	1
84-67G	The jet of 3C345	Pauliny-Toth	10
86-31G	0458-02, a quasar with HI absorption at z=2	Briggs	11
85-75G	CSS sources	Schilizzi	72
85-31G	Pulsar interstellar	Gwinn	5
			<u>130</u>

<u>92 cm continuum, gemeten met DXB.</u>			
528	The coma cluster	Giovannini, Feretti, Perola Simari	74
818	Galactic plane survey	Goss, Taylor	192
819	The large face-on spiral galaxy IC 342	Hummel, Gräve	12
825	Radio halo of Virgo A (M87)	Erickson, Strom, Hanisch	9
857	Deep source surveys	Wieringa, v.d. Laan, Oort	151
890	Globular clusters	Goss, v. Paradijs, v.d. Heuvel	101
892	Bright spiral galaxies.	Sukumar, Velusamy	12
893	Non-thermal emission in blue compact dwarf galaxies.	Skillman, Klein	24
895	Low frequency emission from the nearest clusters of galaxies.	Roland	29
896	Head-tail galaxy IC711	Strom, Vallee	24
897	SNR S147	Strom, Greidanus, v.d. Laan	74
898	SNR CTB80	Strom	24
899	Thick continuum disks in edge-on spiral galaxies	v.d. Hulst, Hummel, Sukumar	60
914	Blue radio galaxies	M. Oort	9
			795
<u>92 cm lijn, gemeten met DXB.</u>			
815	Low frequency recombi- nation lines from W2.	Roelfsema, Goss	48
858	DI absorption towards CAS.A	Strom, Israel, Le Poole, v. Dishoeck, Black	20
894	C & H recombination lines towards 3C196	de Bruyn, Anantharamaiah, Shaver.	39
900	DI emission survey	Burton, de Bruyn, Blitz, Heiles	35
			142
<u>92 cm VLBI</u>			
85-26	European to Ooty obser- vations	Spencer, Ananthakrishnan	49
84-21G	Optically quiet quasars	Cotton	23
85-27G	Four S5 sources	Schalinski	21
85-28G	Testing a LFV model	Simon	8

85-29G	Hotspot and jet of 3C454.3	Pauliny-Toth	11
84-68	Complete sample of LFVs	Altschuler	45
86-S2	0458-02, a quasar with HI absorption at z=2	Briggs	4
85-31G	Pulsar interstellar scattering	Gwinn	6
85-30G	Source near SNR HB9	Spangler	6
			173

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKEN VAN HET TELESSCOOPBEDRIJF.

	1986	1985	1984	1983	1982	1981
Aantal projecten	139	118	125	96	107	104
Totaal aantal waarnemingen aantal 12 uurs synthese	6500 158	7100 121	5500 165	7500 150	5500 213	600 133
Hoeveelheid meetgegevens in Giga-bytes	9,2	6,2	7,4	6,0	5,0	3,9
Telescoop rendement netto % bruto %	46 65	40 59	46 70	49 70	51 75	41 63
Percentage onbruikbare 12-uurs equivalenten ¹⁾	2	8	6	6	3	11
Aantal systeem omschakelingen	86	43	46	33	12	20
Aantal wisselingen van frontend serie	10	8	2	3	2	3
Aantal individuele frontendvervangingen	44	42	79	83	44	60
Aantal kerren verrijden	21	25	14	12	16	20
Percentage tijd VLBI	22	13	8	14	5	8

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

Tabel V. WAARGENOMEN PROGRAMMA'S IN PERCENTAGES PER CATEGORIE.

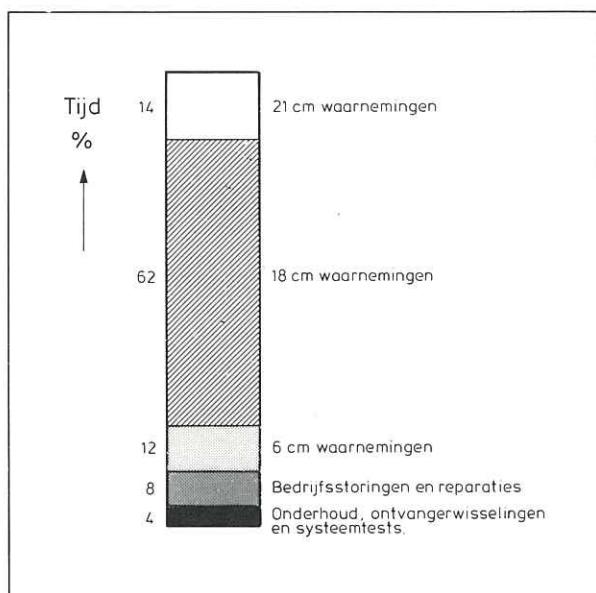
	1986	1985	1984	1983	1982	1981
Instrumenteel	-	-	-	1	1	4
Zonnestelsel	-	1	1	-	-	6
Galactisch	34	37	23	28	35	32
Nabije stelsels	27	21	23	33	5	26
Extragalactisch	39	41	53	38	59	32

2.2. Telescoopgroep Dwingeloo

Er was ook dit jaar weer ruime en gevarieerde belangstelling voor waarnemen met de 25 m telescoop, zoals blijkt uit tabel 2.2.1.

De apparatuur hield zich in het algemeen goed, maar in de loop van het jaar traden toch steeds meer gebreken op. Een uitvoerig onderzoek naar de toestand van de telescoop leidde tot de conclusie dat er geen wezenlijke defecten waren, maar dat een uitgebreide beurt van groot onderhoud en vervanging van enkele versleten delen noodzakelijk was. Daarna zal de telescoop met het normale onderhoud nog vele jaren goed kunnen functioneren. In het voorjaar 1987 zal dit groot onderhoud uitgevoerd worden. In antwoord op een verzoek van astronomen tot uitbreiding van het correlator-backend tot 1000 kanalen en de behoefte van het Laboratorium om een copie van de 1000 kanaals correlator voor de JCMT onder operationele omstandigheden te kunnen testen is besloten zo'n copie in de 25 m telescoop te installeren in plaats van de bestaande, verouderde, 256 kanaals correlator. Dit zal in 1987 zijn beslag moeten krijgen.

De verdeling van de tijd van de telescoop is in fig. 2.2.1. weergegeven.



Figuur 2.2.1.: Gebruik van de tijd van de 25 m telescoop te Dwingeloo in 1986.

Useage of the 25-m Dwingeloo telescope.

Tabel 2.2.1

Onderzoek met de 25 m Radiotelescoop te Dwingeloo in 1986.

Researchprojects run on the 25 m Dwingeloo Telescope during 1986.

Projektnr.	Onderwerp	Onderzoekers
<u>21 cm:</u> DX42 DX46	Distances of High-Velocity Clouds Attempt to detect H ₂ ⁺	R.J. Habing, Schwarz, Le Poole, Wakker, van Woerden Clark, de Graauw, Chang
<u>18 cm:</u> D595 DX44 DX45 DX31	Light curves of OH-Sources Main lines OH-masers monitor and source watch of Mira variables OH-obs. of unusual Infrared sources OH-IR sources at 1612 MHz and 1665 MHz emission from compact HII regions	Herman, Prein, Wakker, Kwadek, Sedee Willems, van der Bliek, de Grave, Plessius Clark Te Lintel Hekkert, Engelsman
<u>6 cm:</u> DX43 DX47	Formaldehyde line in dense clouds with IR-sources Formaldehyde in L1551 and the Serpens Nebula.	Clark Clark

2.3. Computergroep

2.3.1. Samenvatting

In 1986 zijn geen grote nieuwe software ontwikkelingen gestart. Wel werden uitbreidingen van vooral de WSRT reductie- en waarneemsoftware gerealiseerd, en verschillende externe pakketten aangepast en in Dwingeloo geïnstalleerd.

De werkzaamheden in 1986 hebben duidelijk gemaakt dat zowel de afwezigheid van een aantal mensen (in de tweede helft van het jaar waren dat er 5; 1 op La Palma, 1 op RGO, 1 op Hawaii, 1 vakantie en 1 voorzitter direktie) als de inwerkperiode van 4 mensen (3 nieuwe medewerkers, 1 verschuiving van Westerbork naar Dwingeloo) eigenlijk een te sterke belasting betekent voor de werkzaamheden van de overige leden van de Computergroep. Daarnaast besteedden 3 leden van de Computergroep een deel van hun tijd aan de Ondernemingsraad (als voorzitter, secretaris en als lid).

In Westerbork werd een nieuw operating systeem (RTE6) voor de HP1000 computers in bedrijf genomen, en werd de programmatuur aangepast aan dit nieuwe systeem en aan de eisen die het DXB stelt.

De VAX750 werd uitgebreid met 470 Mbyte schijfruimte. De volle bezetting van de Dwingeloo computers bleef een zorgen punt. Aansluiting aan Datanet1 werd in 1986 gerealiseerd. Het standaard interface pakket DWARF werd in 1986 geconsolideerd. Het gebruik door astronomen neemt, met de verdere ontwikkeling van het redundantie pakket, sterk toe. Door een van onze Chinese bezoekers werd een analyse van de redundantie/AIPS verschillen gemaakt en gepubliceerd als ITR.

In 1986 werden in Dwingeloo MIDAS (ESO) en MONGO programma's geïnstalleerd.

De standaard reductie van de WSRT gegevens liep, ondanks verminderde personeelskracht, zonder noemenswaardige problemen.

De archiveringssoftware voor La Palma vordert gestaag, en de tweede fase van dit project naderde aan het eind van 1986 zijn voltooiing.

Door de in het buitenland gestationeerde medewerkers werd een essentiële rol vervuld bij resp. de software ondersteuning op La Palma, de opzet van de JCMT ontvanger besturingssoftware en de "Groundbased" hoge resolutie optische waarneemtechnieken.

In Tabel 2.3.1 wordt een overzicht gegeven van de tijdsbesteding aan de diverse projecten.

Mutaties

Na het vertrek van Kombrink eind 1985 werd Kroodsma vanuit Westerbork naar Dwingeloo geplaatst. In de loop van het voorjaar werd Tenkink, reductiegroep medewerker, waarnemer te Westerbork, en werd Kramer, waarnemer te Westerbork, programmeur te Westerbork. Op 1 april trad Roelof Boesenkool als nieuwe medewerker bij de reductiegroep in dienst.

Tabel 2.3.1

Mankracht verdeling (%) over computergroep activiteiten.

Manpower distribution (%) computergroup activities.

Dwingeloo Ontwikkeling/Onderhoud	24.2
Infrastructuur	14.4
Systeembeheer	3.9
DWARF	5.0
Diversen	5.5
Applicaties	9.8
SRT calibratie/correctie	4.3
SRT interpretatie	4.7
Dwingeloo Telescoop	0.8
Westerbork Ontwikkeling/Onderhoud	10.3
Systeembeheer	0.7
SRT on-line	2.0
SRT off-line	5.3
VLBI, onderhoud	2.3
UK/NL Ontwikkeling/Onderhoud	13.2
La Palma archief	3.3
Stationnering RGO en La Palma	9.9
Dienstverlening	33.3
Assistentie SRT waarnemingen	1.6
Reductie SRT data	10.5
Assistentie gebruikers	6.2
Beheer Dwingeloo Telescoop	1.4
Beheer Dwingeloo Bibliotheek	0.2
Ondernemingsraad	2.7
Publieksvoorziening	0.3
Contacten universiteiten en instituten	3.1
Diversen SRZM, UK/NL	7.3
Diversen	19.0
Verlof	11.0
Ziekte	3.5
Studie/Literatuur/Conferentie	3.3
Wetenschappelijk Onderzoek	0.5
Overig	0.7

Totaal aantal manmaanden (total # of manmonths): 208

Op 1 september vertrok Hofman na ruim 12 jaar als hardware systeembeheerder bij SRZM. Op 1 december trad Klaas Stuurwold in dienst als zijn opvolger.

Op 1 juli vertrok Hamaker voor een periode van 2 jaar naar Hawaii. Op deze datum volgde Brouw hem op als hoofd van de Computergroep.

2.3.2. Westerbork computer systeem

a. Real-time software

Vooral tijdens het eerste kwartaal werd veel tijd besteed aan het verlenen van assistentie bij het uittesten van het DXB. De software van het online systeem werd voortdurend aangepast. Behalve voor normaal onderhoud en verbetering van het gebruiksgemak waren aanpassingen vooral nodig door:

- het in gebruik nemen van het nieuwe DXB correlator systeem;
- het in gebruik nemen van een nieuw operating systeem (RTE6) in plaats van het oude, en verouderde, RTE4;
- het willen maximaliseren van het aantal te gebruiken DXB kanalen tot 40000.

Vooral dit laatste punt eiste veel aandacht. Alle rekenbewerkingen op gegevens werden zoveel mogelijk herschreven om gebruik te kunnen maken van de vector instructies in de HP1000 (VIS). Op deze manier kon na een grondige analyse bijv. de Fourier transformatie met 30% worden versneld. Daarnaast werd de I/O versneld door het, door RTE6 mogelijk gemaakte, gebruik van grotere buffers, werden enkele statistiek programma's van de on-line naar de off-line computer overgeheveld, en werd de mogelijkheid gecreëerd om bewerkingen "op te sparen" tot een beter tijdstip.

Uitbreidingen waren vooral gericht op het volledig gebruik maken van de aanwezig monitor gegevens, waarvoor de communicatie software met de LSI computer volledig werd herschreven. De centrale monitoring systeem gegevens werden hierdoor bereikbaar gemaakt. Daarnaast werd een bewakingssysteem van correlator kanalen in gebruik genomen om mogelijke fouten zo snel mogelijk te kunnen opsporen, en werd een tweede frequentie synthesizer in het systeem geïntegreerd om quasi-gelijkzeitig metingen op twee verschillende golflengten te kunnen doen.

b. Off-line programma's

Veel tijd moest worden besteed aan het in gebruik nemen van het reeds hierboven vermelde RTE6 systeem. Daarnaast werden de wijzigingen die voortvloeiden uit de aanpassingen van de real-time software alle in de off-line programma's aangebracht. Principiële wijzigingen werden aangebracht in de I/O intensieve programma's (bijv. het magneetband schrijven), die door het gebruik van de RTE6 mogelijkheden (grotere buffers e.d.) soms in de halve tijd kunnen worden uitgevoerd.

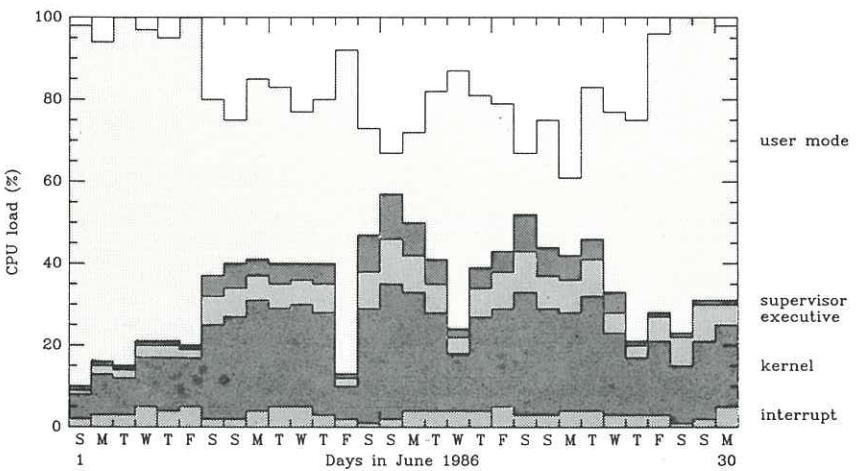


Fig. 2.3.1.

CPU gebruik VAX 780 computer per dag in de maand juni 1986.

CPU useage of the VAX 780 per day in June 1986.

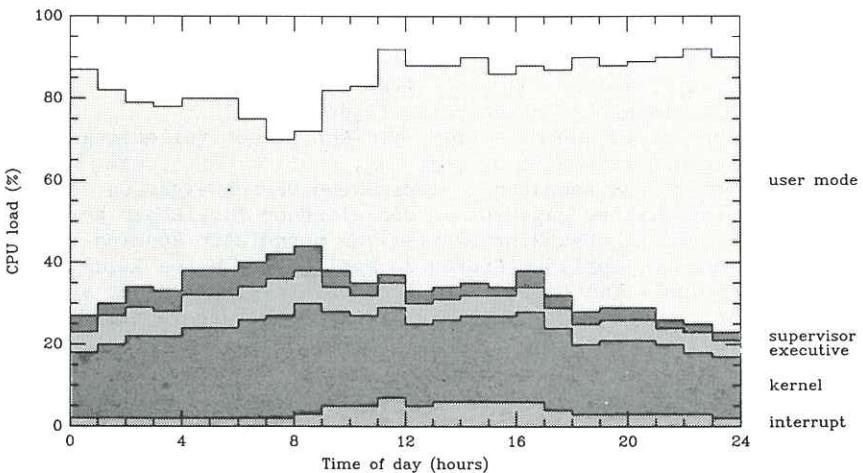


Fig. 2.3.2.

Gemiddeld CPU gebruik VAX780 per uur in juni 1986.

Average CPU useage VAX780 in June 1986 per hour.

De redundantie software is in 1986 geheel herschreven waar-
door de analyse van metingen direct te Westerbork gemakkelijker en
sneller is geworden. Andere programma's zijn aangepast om het op-
sporen en aanwijzen van fouten via het waarnemen van calibratie-
bronnen te optimaliseren.

Nieuwe mogelijkheden werden gecreëerd voor het doen van Pul-
sar metingen met een tijdsresolutie van ongeveer 10 msec, en het
analyseren van mogelijke periodiciteiten in deze waarnemingen.

Voor de VLBI waarnemingen werden, mede op verzoek van de ge-
bruikers, diverse software aanpassingen gemaakt. Het real-time
fringe testen is dit jaar volledig operationeel gemaakt.

2.3.3. Dwingeloo computer systeem

a. VAX Systeem

Op hardware gebied werd de schijfcapaciteit op de VAX750 uit-
gebreid met 470 Mbyte. Hierdoor kon de uitbreiding van het aantal
kanalen door de komst van het DXB worden opgevangen. Terminal ser-
vers werden geïnstalleerd, waardoor het werken op de VAX780 of de
VAX750 werd vereenvoudigd, en de bedrading door het bedrijf kon
worden verminderd. Verder werd een computer-telex interface geïn-
stalleerd, waarmee het verzenden van telelexen vereenvoudigd is; en
werden de VAX computers aangesloten op DATANET1, het (inter-)na-
tionale X25 packet switching network, waardoor verbindingen met
andere computers beter mogelijk werden.

Na lang experimenteren werd een bevredigende oplossing gevonden
voor de gebreken van het VMS scheduling algoritme voor overbe-
zette machines gevonden: SALOMO. Dit programma onderzoekt ongeveer
iedere 3 seconden alle programma's in het systeem en zorgt er voor
dat interactieve gebruikers voorrang krijgen op gebruikers met
grote rekenprogramma's.

Gedurende het jaar werden regelmatig nieuwe versies van sys-
teem programmatuur geïnstalleerd. In juli kwam de, lang verwachte,
nieuwe versie van ons tekstverwerkingsysteem en werd het geïn-
stalleerd.

Aan het eind van het jaar werd een begin gemaakt met het on-
derzoek naar vervangingsmogelijkheden van de huidige computers,
mede gezien de te verwachten positieve beslissing over onze aan-
vraag voor additionele investeringsgelden hiervoor.

Dat deze uitbreiding noodzakelijk is blijkt uit de voortdu-
rende bijna 100% bezetting van het systeem gedurende 24 uur per
dag, 7 dagen per week. Een illustratie hiervan is gegeven in de
Figuren 2.3.1 en 2.3.2, waarin voor de maand juni 1986 de CPU be-
zetting is gegeven. Het gebruik van de VAX750 is in het afgelopen
jaar ook sterk toegenomen nadat enkele gebruikersgroepen van de
VAX780 naar de VAX750 waren verplaatst, en bovendien de mogelijk-
heid is geschapen redundantie programma's te draaien in de nacht-
en weekend uren.

b. DWARF

In het begin van het jaar werd een analyse van de behoefte aan en de wens voor een eigen gestandaardiseerde programma infrastructuur gemaakt door de computergroep nu DWARF enige tijd in gebruik was. De conclusie van deze analyse was dat voor een instituut als SRZM één gestandaardiseerde infrastructuur belangrijke voordelen biedt, en dat bovendien bij de ontwikkeling van (staandaard) programmatuur een eigen interface de voorkeur verdient boven een geïmporteerde. Door allen werd speciaal de aanwezigheid van de volledige kennis over de werking en het opleidingsaspect als voordelen gevoeld. Gewaarschuwd werd voor stagnatie: algemene gebruikers software moet in het DWARF systeem kunnen worden opgenomen. DWARF versies, met de daarbij behorende infrastructuur, gingen dit jaar naar Leiden, Groningen, CSIRO, Bologna en de VLA. Mede door de vlotte wijzigingen/aanvullingen op verzoek van de gebruikers zijn de pakketten in Groningen en Leiden regelmatig gebruikt. Behalve door het krijgen van een vraag, bijvoorbeeld uit Bologna, is er weinig bekend over het gebruik in andere plaatsen.

Aan het DWARF systeem werd slechts weinig werk verricht. Wel werd aandacht besteed aan documentatie en het opschrijven van enkele mutaties.

c. MIDAS

Via Groningen werd, in afwachting van de levering van de VAX aldaar, een MIDAS pakket (het reductiepakket, speciaal voor optische metingen, van ESO) in Dwingeloo geïnstalleerd. Later in het jaar werd een officiële ESO versie geïnstalleerd, en werden wijzigingen aangebracht om de in Dwingeloo aanwezige plotters e.d. te kunnen gebruiken. Het gebruik is tot nu toe incidenteel geweest, voornamelijk door een Amsterdamse student.

d. MONGO

Aan het eind van het jaar werd het MONGO programma, een interactief plotpakket, geïnstalleerd. Aanpassing aan de bestaande plotters en terminals werd snel gerealiseerd door gebruik te maken van de zelf ontwikkelde pseudo-GKS software. De redundantie software kreeg de mogelijkheid MONGO input files te creëren, waardoor mooie, publiceerbare grafieken mogelijk zijn.

e. Redundantie

Het redundantie pakket, dat volledig onder DWARF is geïmplementeerd, werd in 1986 op vele punten gewijzigd en aangevuld. Een groot deel van de wijzigingen waren gebaseerd op verzoeken van de gebruikers om of het gebruik te vergemakkelijken of een optie toe te voegen of meer output om betere, resp. andere analyse te kunnen verrichten. In de meeste gevallen kon aan de wensen worden voldaan hetgeen resulteerde in een flexibel, maar door de vele opties voor de nieuwe gebruiker soms wat ondoorzichtig, geheel. Daarnaast wer-

den een aantal nieuwe ontwikkelingen geïmplementeerd. De belangrijkste daarvan waren: Een "data" CLEAN, de mogelijkheid te werken in 1950.0 i.p.v. schijnbare coördinaten, een complexe oplossing om noise-bias te vermijden, en het opslaan van bron model berekeningen. Deze laatste uitbreiding heeft het CPU gebruik voor vele toepassingen zeer drastisch gereduceerd.

f. SRT standaard reductie software

In afwachting van een volledige revisie van deze programmatuur, die door mankracht gebrek ook dit jaar nog niet kon worden aangepakt, werd aan de standaard reductie programma's alleen onderhoud gepleegd, en die wijzigingen aangebracht die door uitbreidings van de WSRT mogelijkheden nodig waren. Een enkele wijziging werd op verzoek van de reductiegroep geïmplementeerd. Een begin werd gemaakt met het implementeren van het J2000.0 coördinaten systeem.

g. SRT reductie

De aan het eind van 1985 ingevoerde archivering van ruwe i.p.v. gecalibreerde metingen heeft dit jaar duidelijk zijn vruchten afgeworpen. Ondanks het verminderen van de bezetting van de reductiegroep met één persoon, en het moeten inwerken van een nieuw lid van dit team, kon de reductie volledig op gang worden gehouden. Dit alleen maar door de inzet van de betrokken medewerkers. Een op wat langere termijn dreigende mogelijkheid tot achterstand na de volledige ingebruikneming van het DXB kon worden voorkomen door het uitbreiden van de schijfcapaciteit op de VAX-750. In het algemeen kon de astronoom ongeveer een week na zijn aanvraag de gecorrigeerde metingen verwachten. Een enkele keer liep dit op tot 2 à 3 weken als de aanvraag betrekking had op grote series metingen.

2.3.4. UK/NL samenwerking

a. Archivering La Palma gegevens

Voor de ontwikkeling van fase 2 van het archiveringsproject werd een nieuw contract met SERC opgesteld. Fase 1, de eigenlijke archivering, werd met het publiceren van de Archive Programmer's Guide afgesloten. Fase 2, het terugvinden van de informatie in het archief, werd aan het eind van het jaar op het RGO gedemonstreerd. Aan de aanpassing van de programmatuur aan de tijdens deze demonstratie gemaakte opmerkingen werd, samen met de definitieve afronding, de rest van het jaar gewerkt.

Op verzoek van RGO werd ook de Observations Catalogue aangepast en in het najaar op RGO gedemonstreerd en geïnstalleerd. Fase 3 is nog niet gedefiniëerd.

b. Stationering La Palma

Op La Palma werd vooral aandacht besteed aan het traceren van enkele moeilijke fouten in de Dwingeloo archief software; aan het schrijven van de software voor het maken van de FITS-bandens voor de astronoom waarnemer en aan software voor het behandelen van grote data hoeveelheden. De meeste tijd werd echter besteed aan het assisteren van waarnemers, copiëren van waarnemgegevens en het oplossen van software problemen.

c. Stationering Hawaii

De JCMT is nog duidelijk een telescoop in aanbouw. Absolute prioriteit wordt toegekend aan het gereedmaken van de telescoop voor het waarnembedrijf, waardoor voor structurele oplossingen van problemen denk- noch uitvoeringstijd aanwezig is. Gewerkt werd vooral aan het maken, binnen het RGO/ROE infrastructuur systeem ADAM, van besturingsprogramma's voor de Nederlandse componenten in het ontvangersysteem: de secundaire spiegel, de 345 GHz ontvanger en de accousto-optische spectrograaf, alsmede voor de eerder voor UKIRT ontwikkelde digitale correlator.

Naast deze hoofdtaken werd er tijd besteed om toch structurele en organisatorische oplossingen voor enkele knellende problemen te vinden. De in Dwingeloo essentiële, en beruchte, Salomo en Magere Hein software werden ingevoerd om het gebruik van de computerfaciliteiten beter te reguleren. Daarnaast werd de opzet gemaakt voor het systematische beheer van de JCMT software.

d. Stationering RGO

Het werk in 1986 was volledig gericht op het verkrijgen van hoge resolutie optische waarnemingen, d.w.z. waarnemingen met een scheidend vermogen beneden de door de atmosfeer gestelde seeing grens. Naast reeds begonnen activiteiten werden nieuwe ontwikkeld.

Na de eerste succesvolle waarnemingen in het begin van het jaar werd besloten Image Sharpening waarnemingen in de vorm van service waarnemingen te doen. Door PATT werden voor dit doel 13 nachten op de INT in november toegekend. Alhoewel het weer in deze periode vrij slecht was, bleek dat voor een deel van de tijd toch resoluties van 0!2 haalbaar waren. Voor de verwerking van deze waarnemingen is een reductie pakket ontwikkeld.

Photon-tagging software, waarmee positie en aankomsttijd van ieder individueel photon kan worden geregistreerd, werd ontworpen en gebruikt om de één dimensionale beeldscherpte van de spectrograaf te verbeteren tot ca. 0!4, en tevens voor het testen van de optische aperture synthese methode (SCASIS).

In juni werd door de UK/NL Joint Steering Committee de "Groundbased High Resolution Imaging Laboratory" (GHRIL) officieel goedgekeurd als een WHT faciliteit. De definitie van het geheel, en het componeren van een werkplan, werd ter hand genomen. De inspanning lijkt er toe te leiden dat door samenwerking tussen SRZM, RGO en het IAC op Tenerife in de tweede helft van 1987 GHRIL op de WHT beschikbaar zal zijn.

2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst

2.4.1. Algemeen

In 1986 brachten de werkzaamheden tal van mutaties of overplaatsingen met zich mee. Zo kwam na de zomer P.H. Riemers na een jaar op La Palma terug en werd daar vervangen door R.J. Pit die begin juni in dienst van RZM trad. Vóór zijn vertrek in september kon Pit nog enige tijd ingezet worden bij een laboratorium project.

Op 1 september trad F. Karsies voor een jaar in dienst van RZM. Karsies werd ingedeeld bij het CCD-controllerproject waar hij werd ingezet bij het ontwerpen van prints op de MICAD (apparatuur voor ontwerpen met behulp van een computer). Eind september is S. Vijayaranasimha, een ingenieur uit Ooty, India in Dwingeloo gearriveerd. Hij zal een jaar bij RZM werken, voornamelijk bij het digitale correlatorproject voor de JCMT (James Clerk Maxwell Telescoop). In september is Ph. Dooley uit NRAO, die een jaar in Dwingeloo heeft gewerkt teruggegaan naar de VS. Dooley is bij het ontwerpen van de correlator-chip betrokken geweest.

In dezelfde periode kwam J.S. Dekker terug uit Hawaii waar hij een jaar lang betrokken is geweest bij de opbouw van de JCMT.

Tenslotte werd per 1 december een overeenkomst met SRON, Groningen gesloten om A. van Ardenne voor een jaar, 3 dagen in de week in Groningen te detacheren. Van Ardenne zal o.a. betrokken worden bij het ontwikkelen van geïntegreerde antenne- en mixerarrays op basis van niobium-technologie, werkzaamheden die nauw aan sluiten bij het multibeamwerk binnen RZM.

Hoogtepunten in 1986

Chronologisch wordt nu een aantal hoogtepunten uit het verslagjaar vermeld:

- In het eerste kwartaal is het A. Bos en zijn team gelukt het DXB (backend met maximaal 80000 kanalen) goed werkend aan de staf van de WSRT af te leveren.
- In de loop van februari zijn de eerste betrouwbare koelbare contacten voor de 345 GHz Schottky diodemixer gemaakt. De gemeten systeemtemperatuur op deze frequentie bedroeg 400K (DSB) hetgeen zeker "state of the art" is.
- In het tweede kwartaal werd met de SRT in de "tied array mode" een aantal pulsars gedetecteerd. Voor de detectie werd gebruik gemaakt van o.a. de "VLBI Adder" en de "Mark II terminal".
- Het standaard IF-systeem voor de JCMT, gebouwd onder SERC contract werd eind juni door J. Buiter met succes op de JCMT in Hawaii geïnstalleerd.
- Eind juni ontving A. Bos de eerste tien door hem ontworpen correlator-chips. Na grondig testen werden ze ruimschoots binnen specificatie bevonden.

- In de loop van november werd het 345 GHz heterodyne ontvanger systeem door E.E.M. Woestenburg met succes geinstalleerd op de JCMT in Hawaii.
- De eerste metingen aan de INT (Isaac Newton Telescoop) op La Palma met het "SATSI experiment" door J.D. Bregman en medewerkers werden met succes afgerond.
- Tegen het eind van 1986 werden in het kader van het multibeam-project de eerste ruismetingen aan een 350 GHz SIS (Supergeleider-Isolator-Supergeleider) mixer verricht. De gemeten systeemtemperatuur bedroeg minder dan 500K (DSB).

2.4.2. Projecten ten behoeve van de Westerbork Synthese Radio Telescoop ontvangers

Frontend ontvangers

Het huidige frontend-ontvangerpark dekt de volgende golflengtegebieden: 92 cm, 49 cm, 21 cm, 18 cm en 6 cm. De karakteristieken daarvan zijn in appendix D weergegeven. Deze ontvangers, inclusief de cryogene apparatuur voor de beweegbare telescopen, hebben in 1986 goed gefunctioneerd. Het werk aan frontend-ontvangers heeft zich voornamelijk toegespitst op het repareren en onderhouden. De oudste van deze ontvangers dateren van de mid zeventiger jaren en beginnen problemen op te leveren. De reserve onderdelen voorraad is in een aantal gevallen uitgeput, zodat naar nieuwe oplossingen gezocht moet worden. Dit is o.a. het geval met de ongekoelde niet gedegenererde Micromega parametrische versterkers die langzamerhand instabiliteit en hogere ruistemperatuur vertonen. Deze kostbare versterkers moeten op den duur door andere vervangen worden. In deze geest is een ontwikkeling gestart van ongekoelde "FET" en "HEMT" versterkers met lage ruis. Voor dat doel werd op een PC (Personal Computer) het softwarepakket "Touchstone" geinstalleerd en in gebruik genomen.

Een groot aantal "VARIAN FET" versterkers heeft eveneens gebreken vertoond o.a. nadat enkele verbindingen in de chip los raakten. Het is ons gelukt met gebruik van onze speciale lasapparatuur (bondingmachine) een aantal van deze versterkers te herstellen.

In het najaar van 1986 is een onderzoek begonnen betreffende nieuwe WSRT frontend-ontvangers voor de negentiger jaren. Het onderzoek heeft geleid tot een eerste overzicht van de mogelijkheden en kosten om het WSRT frontendpark op de frontlinie te houden. Het onderzoek is o.m. gericht op een uitbreiding in het lagere frequentiegebied tot 250 MHz om waterstofgas met grote roodverschuiving te kunnen waarnemen. Aan de hoogfrequente kant werden de mogelijkheden om te kunnen waarnemen bij 2,8 cm en 1,35 cm golflengten onderzocht. Deze twee golflengten worden gebruikt bij de VLBI metingen en ontbreken bij de WSRT. Centraal ligt bij het onderzoek de wens om de gevoeligheid verder te verbeteren en ook de behoefte om snel achter elkaar of simultaan op verschillende golflengten te

kunnen waarnemen. Hiertoe wordt aan een cryogene multifrequency frontend-ontwerp gewerkt. Tests zijn aan de gang met breedband feeds met grote bandbreedte zowel voor golflengtes van 18 en 21 cm als voor de 92 cm band.

Backend ontvangers

De uitbreiding van het 5120-kanaals correlatorsysteem met een bandbreedte van 10 MHz bekend onder de naam DLB (Digital Line Backend) was in de loop van 1982 van start gegaan. Het aantal kanalen bij kleine bandbreedte werd vergroot door het snelheidspotentieel van de gebruikte logica maximaal te benutten. Zodoende kon een systeem verkregen worden met een aantal kanalen evenredig met 51200/B, waarin B de bandbreedte in MHz is. Het maximum aantal kanalen bedraagt circa 80.000 bij een bandbreedte van 625 KHz. Deze uitbreiding werd in het begin van 1986 voltooid en geïnstalleerd.

Het "Digital Continuum Backend" (DCB) met zijn acht 10 MHz brede banden dat in 1985 werd afgeleverd heeft goed gefunctioneerd. Een nog ontbrekend onderdeel voor het bewaken van voedingsspanningen en temperaturen binnen het DCB en de omringende apparatuur werd medio 1986 in Westerbork afgeleverd en geïnstalleerd. De microcontroller daarvan draait onder besturing van het "OS-9 real time operating system". De software werd in Pascal geschreven.

Bij VLBI waarnemingen met de Mark II terminal wordt het IF-en delay-gedeelte van het DCB gebruikt. Na een aantal waarnemingen met deze terminal is gebleken dat de fasestabiliteit van de DCB frequentiesynthesizers (deze dienen voor de conversie van IF naar video) soms te wensen over liet. Er werd besloten aan een nieuw ontwerp te beginnen dat geconfigureerd wordt rond in eigen beheer ontwikkelde VCO's (Voltage Controlled Oscillatoren). Tegen het eind van het jaar was dit systeem in een ver gevorderd stadium. Het zal in de eerst helft van 1987 geïnstalleerd worden.

VLBI instrumentatie

Mark III - DCB interface instrumentatie

De in 1985 geïnstalleerde breedbandige interface werd in 1986 herhaaldelijk gebruikt en heeft goed gefunctioneerd. Aan deze interface ontbreken nog steeds twee onderdelen. Het eerste, een calibratie module voor het breedbandige systeem, ook het 1 MHz rail-distributiesysteem genoemd, was tegen het eind van het jaar praktisch gereed. Het zal in de loop van februari 1987 geïnstalleerd worden. Met dit apparaat kunnen, dankzij de injectie van het 1 MHz calibratiesignaal, de banden van het DCB nauwkeurig en eenvoudig gealigneerd worden (in de processor in Bonn).

Het tweede ontbrekende onderdeel betreft de microcontroller voor het volledig automatisch besturen van de interface. Deze is qua hardware gereed maar vanwege communicatieproblemen tussen microprocessor en omgeving in de test fase blijven steken. Deze module zal eveneens pas in 1987 in gebruik genomen kunnen worden.

Radioastron project

Deze nieuwe ontwikkeling met L.H. Sondaar als projectingenieur begint langzamerhand vorm te krijgen. Bij het EVN direkteurenoverleg van november 1986 werd besloten aan dit project mee te doen. Dit houdt in dat EVN het ontwerp en de bouw op zich genomen heeft van het 5 GHz gedeelte van een ontvanger voor de RADIOASTRON VLBI satelliet die omstreeks 1990 door de Sovjet Unie gelanceerd zal worden. Er werd eveneens overeengekomen dat het project bekostigd zal worden door de vijf deelnemende instituten. MPI, Bonn neemt ontwerp en bouw op zich van het gedeelte met de 6 cm voorversterker (koelbare FET-versterkers voor dubbele polarisatie) terwijl RZM het middenfrequente gedeelte zal verzorgen.

In 1986 vond een aantal technische bijeenkomsten plaats in Boedapest en Moskou tussen IKI (Space Research Institute, Moscow) en EVN vertegenwoordigers. De ontvanger zal gebouwd worden met commerciële en dus niet "space qualified" onderdelen om de kosten te drukken. ESTEC werd bereid gevonden om advies te geven bij het selecteren van de verschillende onderdelen en bij het testen.

Pulsar waarnemingen met de WSRT

Het waarnemen van pulsars met de WSRT is thans mogelijk dankzij het initiatief van A. van Ardenne om aan instrumentele wensen van R.G. Strom tegemoet te komen. Dankzij het VLBI instrumentatiearsenaal was het hem mogelijk in een zeer korte tijd een systeem in elkaar te zetten.

Voor dit type metingen (of andere waarvoor een hoge tijddresolutie is vereist) wordt gebruik gemaakt van de detector uitgang van de "Mark II" VLBI-terminal. De integratietijd bedraagt dan niet meer dan 2 milliseconden. Via een DC versterker en een netwerk met instelbare tijdconstante wordt het gemeten signaal via de GPIB in het WSRT HP-computersysteem uitgelezen of op een recorder afgedrukt. Een programma zorgt dan voor de pulsdetectie. Figuur 2.4.1 toont een plot van de pulsar PSR 1929+10 gemeten op 49 cm golflengte. Met deze opstelling kunnen in principe pulsars met intensiteiten van 5 mJy met 10 msec resolutie, 1 uur integratietijd en 2 MHz bandbreedte (VLBI Mark II terminal bandbreedte) gedetecteerd worden. De bandbreedte kan in principe met een kleine wijziging tot 8 MHz vergroot worden.

2.4.3. projecten ten behoeve van de UK/NL samenwerking

JCMT 345 GHz heterodyne ontvanger

Hoogtepunt van 1986 lag ongetwijfeld in de zomer met het gereed komen van de 345 GHz heterodyne ontvanger voor de JCMT.

Begin oktober kon de ontvanger naar Hawaii verstuurd worden waarna deze, in november, door E.E.M. Woestenburg in de telescoop geïnstalleerd en getest kon worden. Figuur 2.4.2 en 2.4.3 tonen het frontendgedeelte opgehangen in een frame op wielen voor transport doeleinden.

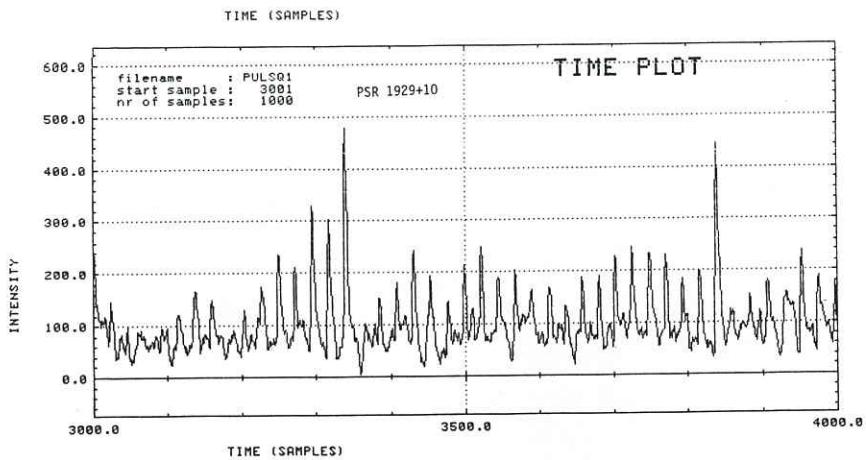


Fig. 2.4.1.

Tijdsregistratie van de - 0,227 sec - pulsar PSR 1929+10, gemeten in november 1986 op 49 cm golflengte met de WSRT in de tied array mode en met de aangepaste VLBI Mark II terminal. De verticale as heeft een offset van 9000 eenheden waaruit een gemiddelde intensiteit van 1 à 2 Jy voor de pulsar kan worden afgeleid. De horizontale schaal is 1 sec per 100 samples.

Time registration of the 0.227 sec pulsar PSR 1929+10 measured on November 1986 at 49 cm wavelength with the WSRT in the tied array configuration mode and the modified VLBI Mark II terminal. The vertical axis has an offset of 9000 units which indicates for the pulsar an average intensity of 1 to 2 Jy. The horizontal scale is 1 second per 100 samples.

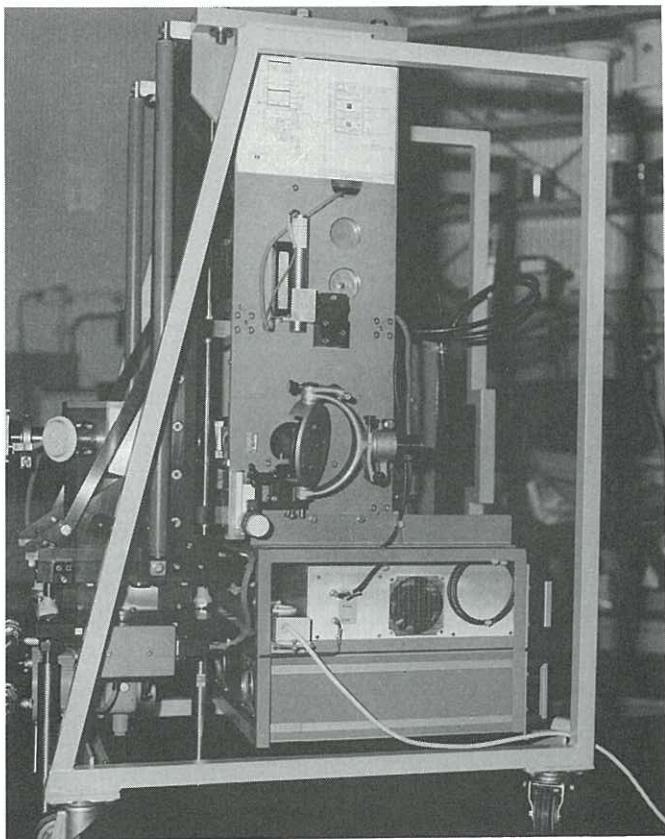


Fig. 2.4.2.

Foto van de 345 GHz frontendontvanger voor de JCMT. Het frontend hangt in een rek (op wielen voor transportdoeleinden). Links op de foto staat de cryostaat met onderaan de koeler (CTI-model 350). De spiegel op de voorgrond dient om de signaalbundel van de telescoop naar de ontvanger te leiden. Voor afregeling van de optische as wordt gebruik gemaakt van de bovengelegen laser. Via een 45° prisma wordt de laserbundel of naar de ontvanger of naar de secundaire spiegel gestuurd.

Photo of the 345 GHz frontend receiver for the JCMT. The frontend hangs in a frame (on wheels for transport purposes). Left on the picture is the cryostat with underneath the CTI-model 350 refrigerator. The mirror in front is meant to direct the signal beam to the receiver. The laser, on top is used for the alignment of the receiver. The laser beam is sent via a prism into the receiver or towards the secondary mirror.

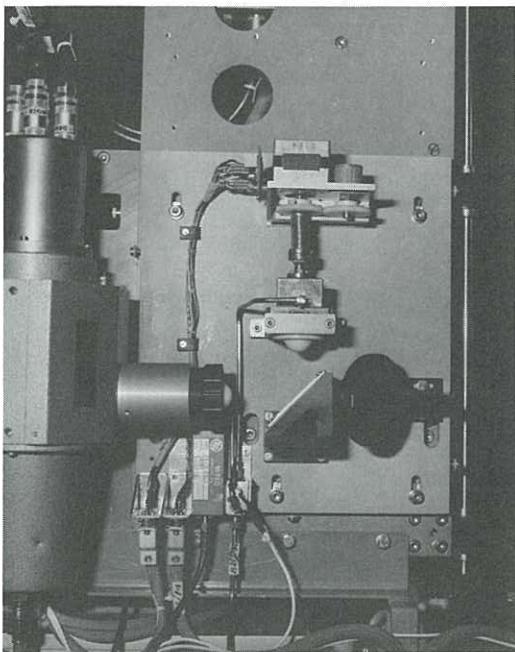


Fig. 2.4.3.

Detailfoto van de 345 GHz frontendontvanger voor de JCMT. De foto toont het carcinotron (links) dat via een 45° rooster de harmonische mixer (boven) stuurt. De carcinotronbundel wordt d.m.v. een teflon lens op de mixer scherp gesteld. De harmonische mixer wordt als functie van de waarneemfrequentie ingesteld o.a. via de beweegbare kortsluiting welke via de micro-controller bestuurd wordt. De besturing vindt plaats met een stappenmotor die ook een potentiometer aanstuurt, waarmee de positie van de kortsluiting met een nauwkeurigheid van micrometers uitgelezen kan worden. De horizontale locale oscillatorbundel wordt rechts van het rooster, via een 45° spiegel, naar de ontvanger geleid.

Detail photograph of the 345 GHz frontend receiver for the JCMT. The picture shows the carcinotron (left) which feeds a harmonic mixer through a 45° grid. The carcinotron beam is focussed onto the mixer by a teflon lens. The harmonic mixer needs to be readjusted for different observing frequencies. One of the adjustments is the position of the movable back-short which is remotely controlled. The controlling stepping motor also controls a potentiometer which provides the back-short position with micron precision. The LO beam is coupled into the receiver via a 45° mirror (right).

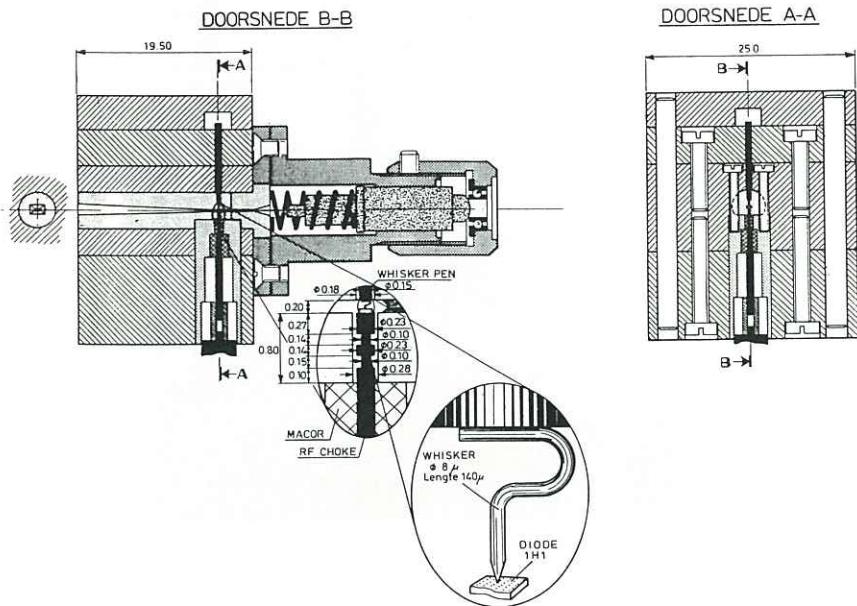


Fig. 2.4.4.a.

Doorsneden van de 345 GHz submillimetermixer voor de JCMT en detailconstructies van de coaxiale structuur en het diode whiskerkontakt. De afmetingen zijn in millimeters. De mixer telt 30 onderdelen waarvan er drie geëlectroformeerd zijn. De coaxiale structuur is op een precisie draaibank gedraaid. De whisker werd met behulp van micro-manipulatoren in de goede vorm gebogen. De beweegbare kortsluiting aan de rechterkant wordt via een stappenmotor door een microcontroller aangestuurd.

Cross sections of the 345 GHz submillimeter mixer for the JCMT showing the construction of the coaxial structure and the diode whisker contact in detail. The dimensions are in millimeters. The mixer is made of some 30 parts of which three are electroformed. The coaxial structure is made on a precision lathe. The whisker is bent in the right shape using micro manipulators. The movable shortcircuit on the right is driven by a stepping motor controlled by a micro-controller.

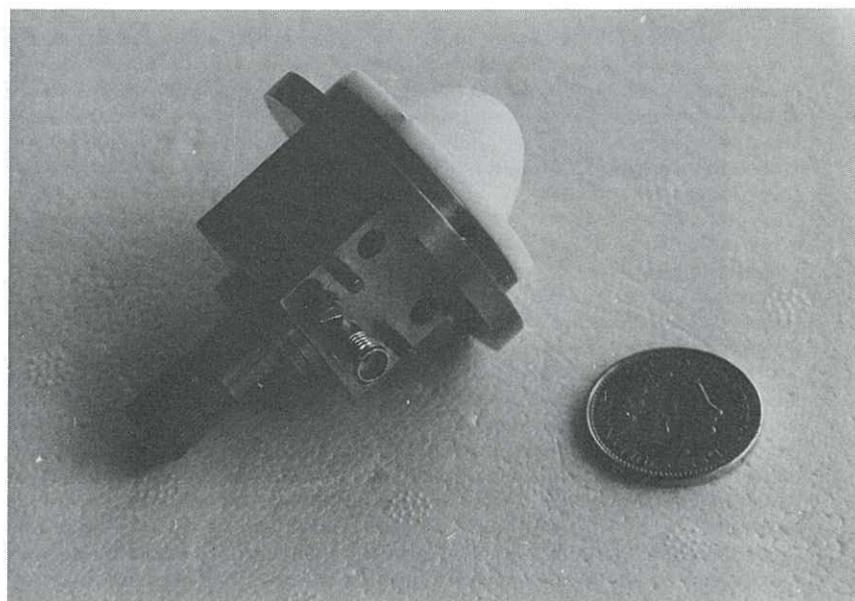


Fig. 2.4.4.b.

Foto van de 345 GHz JCMT submillimeter mixer. Links onder de aandrijving van de verplaatsbare kortsluiting. Rechts daarnaast de connector van de signaaluitgang bij 1,5 GHz. De opening van de hoorn bevindt zich onder de teflon lens aan de rechterkant.

Photograph of the 345 GHz JCMT submillimeter mixer. On the left is the movable shortcircuit drive mechanism. The OSM connector is the IF output port at 1.5 GHz. The horn at the input port is hidden by the teflon lens on the right.

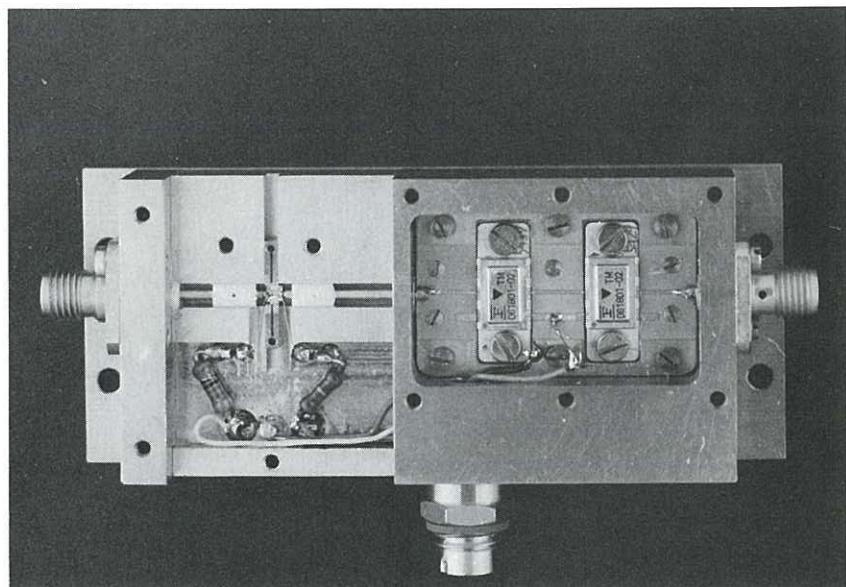


Fig. 2.4.5.

Foto van een 11 GHz versterker voor het Frequentie Referentie Systeem (RFS) van de 350 GHz JCMT ontvanger. De versterker is gebouwd uit CASPAC modules die via bonding op een microstrip versterkertrap aangesloten zijn. Deze versterkers kunnen op 11 GHz 18 dBm leveren.

Photo of one 11 GHz amplifier for the Frequency Reference System of the 350 GHz JCMT receiver. The amplifier is built from CASPAC modules which by bonding are connected to a microstrip amplifier stage. These amplifiers can deliver 18 dBm at 11 GHz.

De problemen met het koelen van de 345 GHz Schottky diode-mixer werden in de loop van het tweede kwartaal opgelost. Voor het bereiken van een betrouwbaar diodecontact bleek het nodig de mechanische constructie ingrijpend te veranderen. Een beschrijving van de mixer is in een publicatie (Woestenburg en Nieuwenhuis, 1986) gegeven. De dubbelzijband systeem temperatuur met deze mixer is beter dan 500 K met minima rond 400K over een 30 GHz band hetgeen overeenkomt met een mixertemperatuur van 270 K. Het diodecontact bleek zich na herhaalde afkoeling tot 20 K betrouwbaar te gedragen.

De moeilijkheden met het maken van stabiele contacten zijn te wijten aan de verschillen in thermische uitzetting van de verschillende mixeronderdelen. Zij werden opgelost zoals te zien is in Figuur 2.4.4 door de coaxiale structuur in zijn geëlectroforeerde omhulsel in te krimpen en bovendien het whisker-pen gedeeltelijk met miniatuur schroeven vast te maken aan de coaxiale structuur.

Het frequentie-faselocksysteem moest begin 1986 nog een aantal modificaties ondergaan vóór het naar tevredenheid functioneerde. Het systeem dat ook in een artikel is beschreven (van Ardenne, Woestenburg en Van der Ree, 1986) is in staat een carcinotron (BWO) op 345 GHz in frequentie te stabiliseren en wel over een kabellengte tussen het carcinotron en zijn hoogspanningsvoeding van minstens 40 m.

Om de gewenste stabiliteit te bereiken moest het "fout signaal" gesplitst worden in een laagfrequent component rechtstreeks naar de voeding (dus over 40 m kabel) en een hoogfrequent component die in de lijnspanning (10 kV) van het carcinotron wordt geïnjecteerd, via een speciaal ontworpen hoogspanningstransformator. De lijnspanning bepaalt de frequentie van het carcinotron (12 MHz/V gevoelighed).

Het carcinotron is "locked" aan een 250 MHz frequency synthesizer d.m.v. het "Reference Frequency System" (RFS) dat een stabiel 11 GHz signaal naar een 350 GHz harmonic mixer voert. Voor de RFS moet in huis een aantal 11 GHz - 18 dBm versterkers gebouwd worden gebruik makend van miniature "CASPAC" breedband versterker modules (zie Figuur 2.4.5).

Een van de saillante aspecten van deze ontvanger is zijn grote mate van automatisering. Om de moeilijk met de hand uit te voeren afstemprocedure te vermijden is het frontend ondanks zijn complexiteit vrijwel volledig vanuit een microcontroller bestuurbaar. De microcontroller wordt via een GPIB door een IBM-PC bestuurd. De PC software (door R. Maas van SRON, Groningen in Pascal geschreven) bestaat uit procedures om de ontvanger functies automatisch af te regelen als functie van de waargenomen frequentie. Zodoende wordt aan de waarnemer een minimum aan eisen gesteld. Alleen de hoog spanning voeding voor het carcinotron moet thans nog onder controle van de PC met de hand bediend worden.

De installatie op Hawaii verliep vrij vlot ondanks een aantal problemen zoals het uitvallen van het carcinotron, dat vervangen

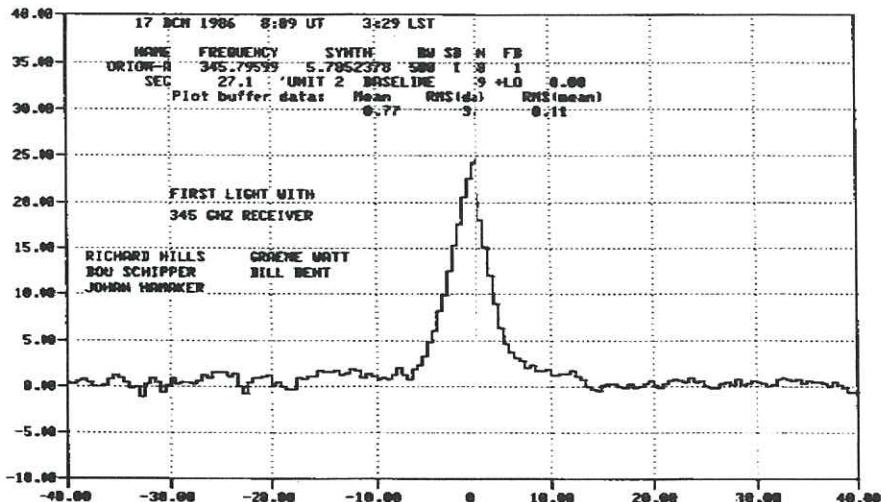


Fig. 2.4.6.

De eerste detectie met de 345 GHz heterodyne ontvanger in de JCMT vond plaats op 16 december 1986 toen de CO J=3-2 overgang in de richting van de Orion nevel werd waargenomen. De grafiek (telefax) laat de lijn zien zoals gedetecteerd op 17 november na optimalisatie van de telescoopoptiek. De grafiek geeft de lijntemperatuur in K. De horizontale schaal is in MHz.

The first JCMT detection with the 345 GHz heterodyne receiver took place on December 16, 1986 when the CO J=3-2 was observed in the direction of the Orion Nebula. The plot (telefaxed) shows the line as detected on the 17th of December after the telescope optics had been optimized. The vertical scale gives the line temperature in K. The horizontal axis is the frequency in MHz.

moest worden, en het defect raken van de harmonische mixer die met een nieuw diodecontact ter plaatse uitgerust moest worden. Op 16 december 1986 werden de eerste "fotonen" op 345 GHz gedetecteerd. Figuur 2.4.6 toont het spectrum ontvangen uit de Orion nevel van de CO J=3-2 overgang. Bij deze metingen was het oppervlak van de telescoop nog niet geoptimaliseerd. Tests op 230 GHz toonden een RMS oppervlakte nauwkeurigheid aan van circa 90 microns.

Na deze geslaagde operatie wordt aan de volgende fase gewerkt: het automatiseren van de carcinotronvoeding en de bouw van reserve onderdelen voor de ontvanger waaronder een signaal mixer op 345 GHz.

JCMT digitale spectrometer

Ten behoeve van een 2000 kanaals-2GHz brede digitale autocorrelator voor de JCMT werd onder leiding van A. Bos een correlatorchip door RZM ontwikkeld. Nadat met behulp van de Laboratorium computer via een simulatieprogramma de logische werking van de schakeling gecontroleerd was, kon de netwerklijst van het schema door de fabrikant (LSI Logic) ingevoerd worden in zijn ontwerpsysteem. Bij evaluatie door LSI Logic bleek dat de schakeling op basis van 8000-1.4 μm CMOS-standaardcellen te realiseren was. De volgende stap was de door ons uit te voeren simulatie met behulp van het ontwerpsysteem van de fabrikant (op een ontwerpstation in Düsseldorf). Dit hield ondermeer het schrijven, invoeren en testen van alle simulatie programma's en het definiëren van de bij de produktie te gebruiken test vectoren in. Aan het eind van het eerste kwartaal kon, na een grondige controle van de kritische signaalpaden, het sein gegeven worden voor de produktie van de prototypes die daarna in mei werden afgeleverd. Na aankomst werden de chips in speciaal daarvoor ontworpen testschakelingen grondig getest. De software voor het testen van de chip werd in Dwingeloo op de laboratorium computer geschreven. De chip bleek aan de gestelde specificatie te voldoen. Hij is in staat 16 2-bit correlatieprodukten met een "worst case" klokfrequentie van 55 MHz te leveren. De chip heeft bovendien voorzieningen voor fringe- en delay tracking, configuratieselectie alsmede voor ieder correlatieproduct een 22-bits accumulator waarvan 16 bits parallel uitgelezen kunnen worden. Figuur 2.4.7.a toont het blokschema van de chip.

De volgende fase betrof het ontwerp van een correlatorprint met 64 chips die dus 1024 kanalen bevat. Als tussenstap werd een 10 laags testprint met 8 chips ontworpen en gemaakt waarmee transmissielijndikte, afsluitweerstanden en de signaaldistributie getest werden. Deze gegevens worden gebruikt bij de ontwikkeling van de prototype van de correlator print (Figuur 2.4.7.b).

Het functionele ontwerp van de JCMT digitale spectrometer werd in het derde kwartaal afgerekend en ingediend bij ROE als "enhancement" project voorstel (ITR 179). De basisvorm van de spectrometer is een 8-kanaals filterbank waarbij ieder kanaal is voorzien van een 128-kanaals digitale autocorrelator. De totale bandbreedte is 1000 MHz.

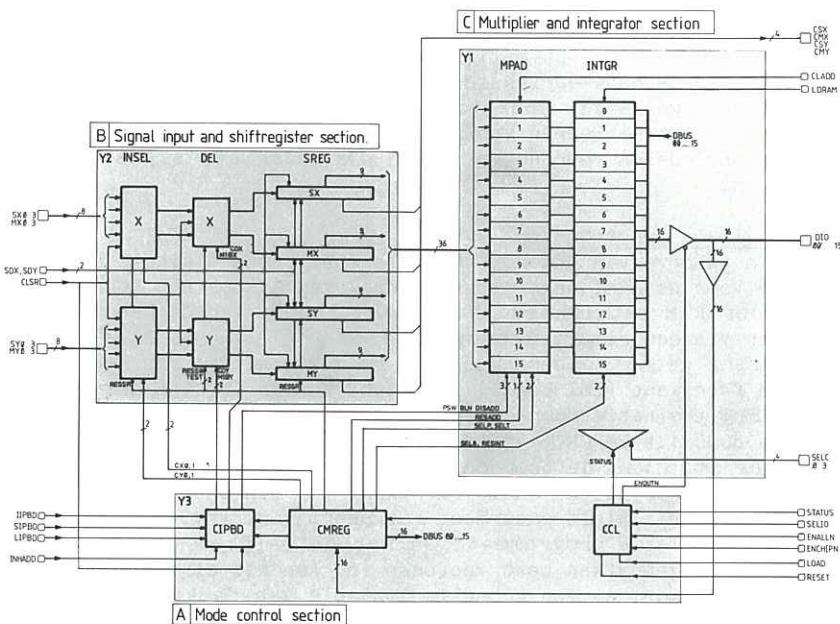


Fig. 2.4.7.a.

Blokschema van de 68 pins RZM correlator-chip. De 1,4 micron CMOS chip die door LSI Logic is gemaakt bevat 8000 standaardcellen waarvan zo'n 6000 echt benut worden. De correlator chip is gespecificeerd voor een minimum klokfrequentie van 55 MHz. Hij dissipeert 21mW/MHz en levert 16 2 bit correlatieprodukten met een 22 bit integrator per correlator. De ingangssectie bevat een 1:4 selector en hardware voor fringe en delay tracking.

Block diagram of the 68 pins NFRA correlator chip. The chip which has been fabricated in 1.4 micron CMOS technology by LSI Logic contains 8000 standard cells of which 6000 are active. The correlator chip is specified for a minimum clock frequency of 55 MHz. He dissipates 21mW/MHz and yields 16 2-bit correlation products with a 22 bit integration stage per channel. The input section contains a 1:4 selector and hardware for fringe and delay tracking.

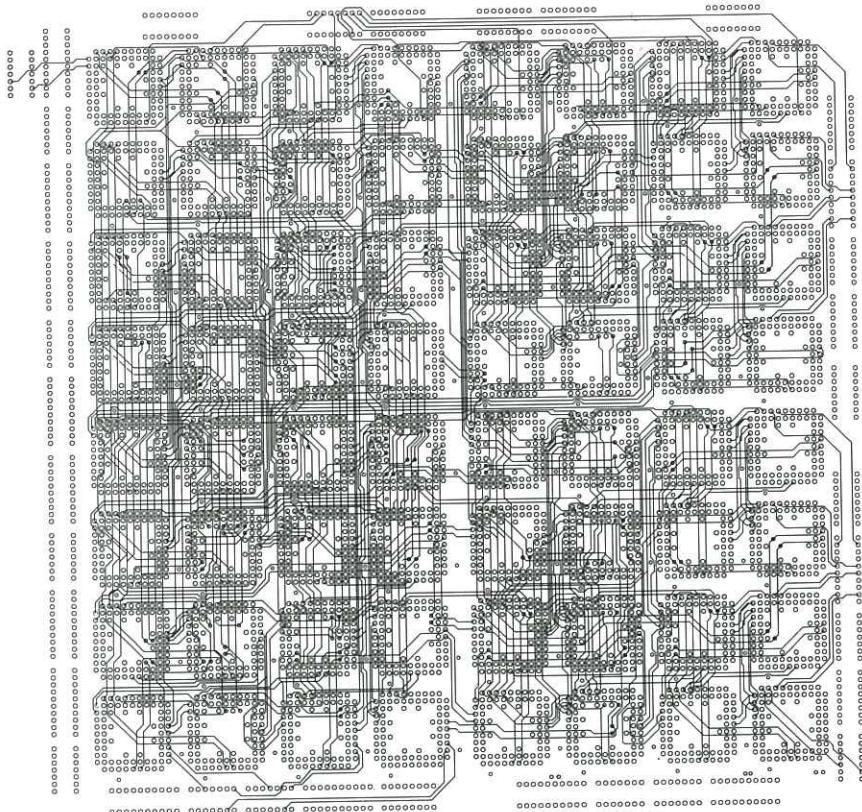


Fig. 2.4.7.b.

Tekening van een laag van de prototype correlator print voor de JCMT 2000 kanaals spectrograaf met een bandbreedte van 2 GHz. De print bestaat uit 10 lagen en zal 64 RZM correlator-chips huisvesten.

Plot of one of the layers of the prototype correlator board for the JCMT, 2000-channel 2-GHz bandwidth spectrograph. The board consists of 10 layers. It will contain 64 NFRA correlator-chips.

JCMT Multibeam project

De plannen voor fase één van dit project onder leiding van A. van Ardenne hebben al resultaten afgeworpen. Volgens deze plannen moet RZM vóór zomer 1987 een 3 bundel detectorsysteem in het laboratorium kunnen demonstreren. Voor de heterodyne detectoren op 345 GHz wordt gebruik gemaakt van SIS loodjuncties, vervaardigd door Kent University onder een "SERC Grant" binnen het kader van het JCMT project. De juncnties waarvan vorm en afmetingen aan de hand van Figuren 2.4.8.a, b en c beoordeeld kunnen worden, worden in "batches" van 10 geleverd. Het zagen vindt plaats in de instrumentmakerij met behulp van een 100 micron brede diamantzaag.

De tot nu toe door Kent geleverde juncnties waren niet van zeer hoge kwaliteit. Afgezien van de I-V karakteristieken die vaak onder de normen waren, blijken de geleverde juncnties zeer kwetsbaar te zijn waardoor het contact al breekt na één afkoeloperatie. Ondanks deze beperkingen is het mogelijk gebleken een SIS mixer te construeren en de ruis ervan te meten bij de temperatuur van vloeibaar helium (^4K). De eerste gemeten systeemtemperatuur bedroeg bij 350 GHz minder dan 500 K (dubbelzijband). Om de warmte-dissipatie binnen de heliumcryostaat te beperken wordt thans aan een 1,5 GHz FET-versterker met lage ruis en lage dissipatie gewerkt.

Het koppelen van het "Local Oscillator"-vermogen op de detectoren vindt plaats d.m.v. een "cross guide coupler". De "coupling irises" hebben de vorm van kruisjes van zeer kleine afmetingen die op een dunne (8 μm dikke) koperfolie geëtst worden. Deze handeling wordt binnenshuis gerealiseerd.

Het quasi-optische inkoppelingsgedeelte is ontworpen. Er wordt met een dubbel lenssysteem gewerkt ter verkrijging van parallel uittredende bundels en optische aanpassing van de f/2 hoorns aan het f/12 systeem van de JCMT.

Er wordt eveneens aan een heliumcryostaat gewerkt met een vacuüm-dooryvoer voor een array van afstembare kortsluitingen (backshorts). De thermische belasting van het helium plateau moet in verband met de grote lens (4,5 cm diameter) tot ca. 40 mW beperkt worden. Aan een oplossing daarvan wordt thans gewerkt bij SRON (Groningen).

Afhankelijk van het succes van de ontwikkelingen, kan als volgende stap een 4-bundel detector op 470 GHz en/of een 350 GHz SIS mixer voor toepassing op de JCMT verwacht worden. Een punt van zorg blijft technologie met het juncntie materiaal i.v.m. de kwetsbaarheid. Bij SRON, Groningen wordt aan Niobium-junctions gewerkt die dat probleem op moeten lossen.

JCMT IF systeem

Het JCMT standaard IF-systeem dient als interface tussen alle JCMT frontendontvangers en de beschikbare backends: de Kent correlator en de Acousto Optic Spectrograph (AOS). Het systeem kan op 1,5 GHz of 4 GHz IF werken.

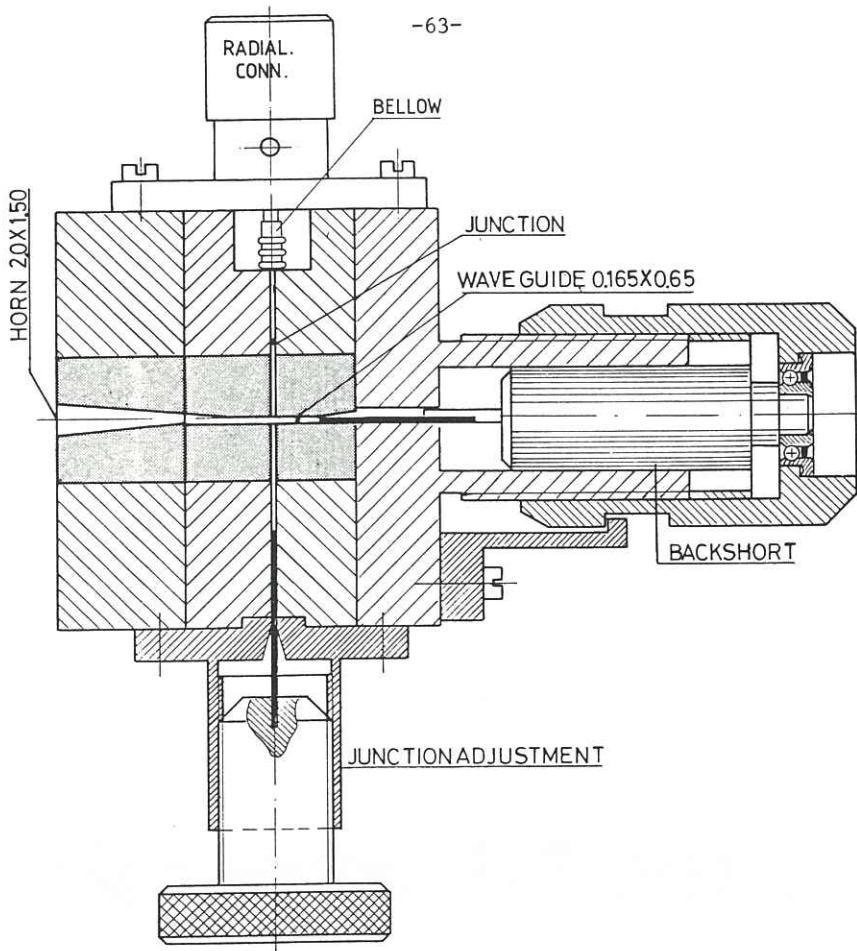


Fig. 2.4.8.a.

Tekening van de prototype 350 GHz SIS mixer. De SIS-junctie is vastgemaakt in een smalle gleuf tussen de IF connector en het chip-adjusteringsmechanisme (onder). Het signaal uit de telescoop bereikt de junctie via de rechthoekige hoorn die uit drie geëlectroformeerde stukken bestaat. Aan de rechterkant ziet men de aandrijving voor de verstelbare kortsluiting.

Drawing of the prototype 350-GHz SIS mixer. The SIS junction is mounted in a narrow channel between the IF connector and the chip adjustment mechanism. The input signal reaches the junction via the square horn which consists of three perfectly aligned electroformed units. At the right is the drive mechanism for the moveable backshort.

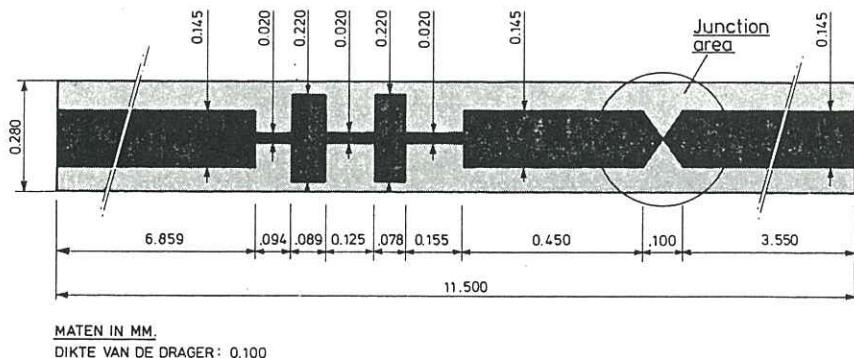


Fig. 2.4.8.b.

Tekening van een Kent SIS-junctie voor 350 GHz. De afmetingen zijn in millimeters.

Drawing of a Kent SIS junction for 350 GHz. The dimensions are in millimeters.

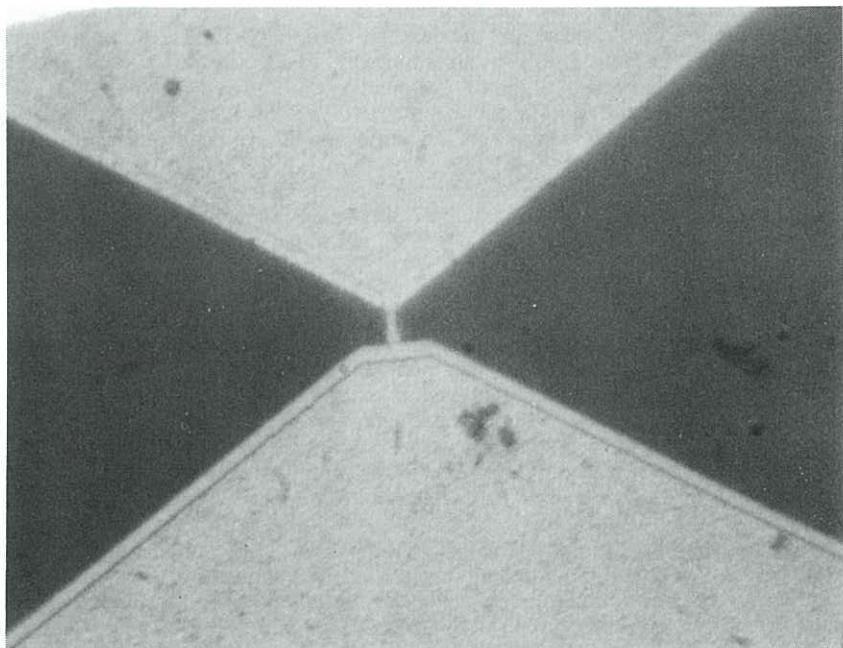


Fig. 2.4.8.c.

Foto van het sterk vergrote gebied om de junctie zelf. De breedte van de brug is ongeveer 1 micrometer.

Photograph of the strongly enlarged area at the junction. The width of the bridge is about 1 micron.

Eind mei werd het IF-systeem naar Hawaii verscheept waarna het enkele weken later, door J. Buiter op de telescoop geïnstalleerd werd. Figuur 2.4.9 toont het systeem vóór de verschepping. Het IF-systeem wordt vanuit een OS-9 controller bestuurd. De software daarvoor wordt op Hawaii geschreven. Pas in het derde kwartaal werden de karakteristieken van de telescoop kabels bekend, waarna de kabelequalizer kon worden ontworpen (met gebruik van Touchstone) en gebouwd.

JCMT bekabeling en installatie

Door "onze mensen" op Hawaii werd aan de JCMT bekabeling en installatie deelgenomen. J.S. Dekker was bijvoorbeeld betrokken bij het monteren van de "festoon" (dat is een verbindingsstuk tussen telescoop en "carousel" vloer en van de kabel "turner" die voor de verbinding tussen "carousel" vloer en de "vaste grond" zorgt.

Vanuit Dwingeloo werd door R.J.H. van 't Land het ontwerp en de toelevering van onderdelen en materialen voor de secundaire spiegelbekabeling verzorgd.

R. de Haan had in de eerste helft van 1986 als hoofdtaken het in bedrijfsstellen van verschillende besturingssystemen (membrane, carousel console, shutters, louvres, azimuth drive en standby power supply's).

Laboratorium millimeter opstelling

In de loop van 1986 werden plannen gemaakt voor een laboratorium opstelling ten behoeve van het toekomstige millimeter werk. Deze opstelling moet uitwisselbaar zijn met het JCMT 345 GHz systeem en zal ons helpen bij het testen van ontvangerapparatuur voor de JCMT en ook bij ons werk binnen het multibeamproject.

Tegen het einde van het jaar kwam het "Referentie Frequentie Systeem" gereed terwijl het fase/frequentielock systeem al ver gevorderd was.

Van de hoogspanningsvoeding is nu de lijn- en de anodespanning vanuit een microcontroller via een D/A converter en optische koppelaar bestuurbaar. Ook voor de bewaking van lijnspanning en stroom is een ontwerp getest.

Om de ontwikkeling van het 350 GHz en het multibeam systeem te vergemakkelijken werd een tweede laboratoriumvoeding (Siemel) aangeschaft. Het Laboratorium beschikt op het ogenblik over 2 carcinotrons: één voor 350 GHz van RZM en één voor 470 GHz van het JCMT project.

CCD project

Begin januari zijn RZM en RGO na het in het vorige jaarverslag gerapporteerde "R en D" werk het eens geworden over het programma omtrent de tweede generatie CCD controllers voor de 4,2 m William Herschel Telescoop. Het heeft geleid tot een gezamenlijk concept dat in juni door Bregman en Waltham (RGO) werd geformu-

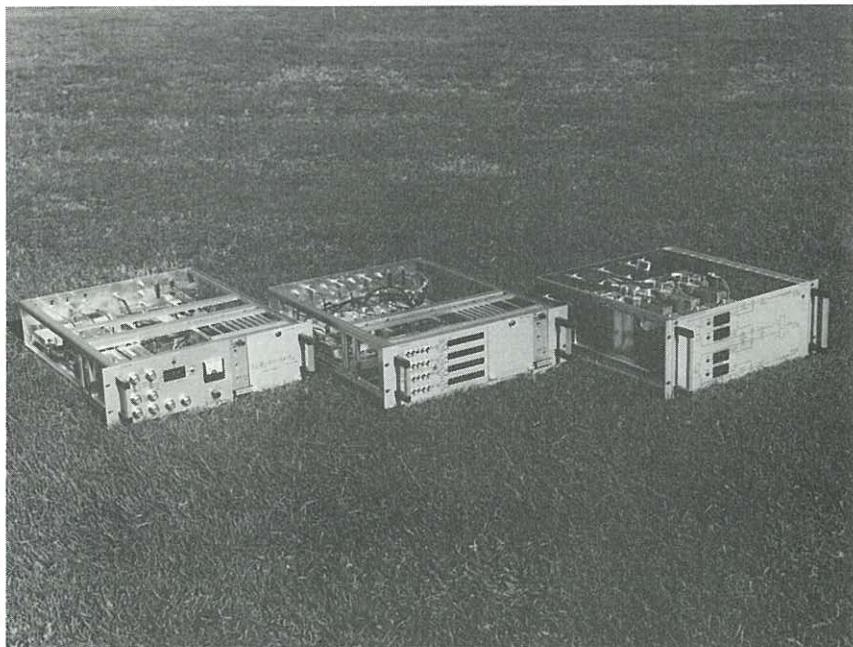


Fig. 2.4.9.

Foto van 3 van de vier modulen van het standaard IF systeem voor de JCMT. De IF-systeem ingangs frequentie is of 1,4 GHz of 4 GHz. Dit dient om de signalen uit de JCMT frontends te converteren naar de standaard 1,4 GHz - 1 GHz bandbreedte ingangssignalen van de backends. Voor het gebruik van de AOS (Acousto Optic Spectrograph) komt de vierde module er aan te pas.

Photograph of three of the four modules of the standard IF system for the JCMT. The IF system input frequency is either 1.4 or 4 GHz; it converts the input signal from the JCMT frontends to a 1.4 GHz - 1 GHz bandwidth signal at the backend standard level. The fourth module is for use with the AOS.

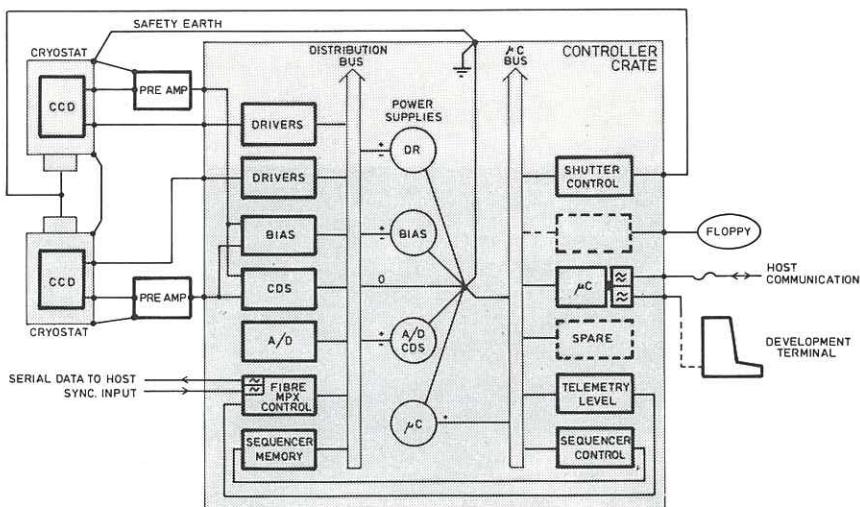


Figure 1 . System architecture for an integrated CCD controller.

Fig. 2.4.10.

Systeem architectuur van de geïntegreerde CCD controller voor de WHT. De tekening laat twee CCD cryostaten zien ieder met zijn eigen lage ruis voorversterker. De controller gebruikt twee bussen: één voor de in Forth geprogrammeerde 6809 microprocessor en één voor de klokpatronen en CDS-signalen. De klokpatronen zijn er om de CCD-chip optimaal te besturen en zijn dus afhankelijk van de chip. De sequencer en drivers voor de klok worden via de controller bestuurd. Het CCD-signal uit de voorversterker wordt eerst in de CDS (Correlated Double Sampler) gedetecteerd, in 16 bits (met 18 bit optie) gedigitaliseerd en in het geheugen geborgen.

System architecture for the integrated CCD controller for the WHT. The diagram shows two CCD cryostats with their own low noise pre-amplifiers. The controller uses two busses: one for the 6809 microprocessor and programmed in Forth and one for the clock patterns and the CDS signals. The clock signals are used to drive the CCD chip optimally and are thus chip dependent. The sequencer and drivers for the clock are controlled via the microprocessor. The CCD signals from the pre-amplifiers are first detected in the CDS (Correlated Double Sampler), then converted to 16 bit (18 bit optional) data and stored.

leerd en bij de ESO/OHD Workshop in Saint Michel werd gepresenteerd (Bregman and Waltham, 1986). Het ontwikkelingswerk heeft aangetoond dat een compacte, lage dissipatie camera controller, waarvan de ruis ($5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$) bepaald wordt door de voorversterker, gerealiseerd kan worden gebruik makend van geschakelde voedingen. Deze eigenschappen worden o.a. verkregen door een differentiële versterker met balans-uitgangen te plaatsen tussen de CCD-chip in de cryostaat en de CDS (Correlated Double Sampler) waardoor een "common mode"-onderdrukking van meer dan 100 dB bereikt wordt. Deze CDS, in de controller, is een soort "lock-in amplifier" die dient om de $1/f$ ruis in te dammen. Een compleet systeem met twee onafhankelijke cryostaten simultaan, elk met óf een grote CCD chip, óf een serie van 4 kleine CCD chips kan in een rek met 22 cm lange eurokaart modulen worden ingepast. De dissipatie is niet groter dan 50 W bij een minimaal systeem. De interne architectuur van de CCD controller is geschetst in Figuur 2.4.10.

In de voorversterker wordt de lek van de klokpulsen in het signaalpad gecompenseerd door in de tweede ingang van de balans voorversterker een gelijke lek te introduceren. De CDS is dubbel uitgevoerd om twee verschillende niveau's te kunnen hanteren om zo nodig over 18 bit conversie te kunnen beschikken in plaats van 16 bit.

De 68008 microprocessor is in Forth geprogrammeerd. De software heeft o.a. de mogelijkheid om de klok niveau's te controleren om zodoende makkelijk nieuwe CCD-chips mee te kunnen nemen.

Er werd met RGO afgesproken dat RZM medio 1987 een preproductiemodel met printed circuit boards zal leveren vóór het groene licht gegeven wordt voor de serie produktie (ook door RZM uit te voeren).

Tegen het einde van 1986 kwam de keten met voorversterker, CDS, multiplexer en A/D omzetter gereed om getest te worden. RZM moet voor deze ontwikkeling 9 prints leveren, waarvan een aantal als "multilayers" uitgevoerd zal worden. Bij het ontwerpen wordt systematisch gebruik gemaakt van ons MICAD print-ontwikkelsysteem.

In parallel met deze ontwikkeling worden stappen ondernomen om een compleet "portable" CCD systeem te ontwerpen en bouwen. Gedacht wordt aan een flexibel en volwaardig data acquisitie-systeem gebaseerd op een PC-AT configuratie met streamer tape cassettes voor data-opslag. Hiervoor zal een data interface ontwikkeld worden met een buffergeheugen van ca. 0,5 Mbyte.

SCASIS project

De naam SCASIS is een acroniem dat voor Seeing Cell Aperture Synthesis Imaging Spectrometry staat. Deze naam dekt niet alleen een techniek maar ook een instrumentatieproject ten behoeve van realisatie van deze techniek. Het project begon in 1983 als een onderzoek naar toepassing van digitale correlatoren in Optical Speckle processing. Het projectteam wordt door J.D. Bregman gecoördineerd; de leden zijn U.J. Schwarz van het Kapteyn Laboratorium, Groningen, A.H. Greenaway van de Royal Signals and Radar

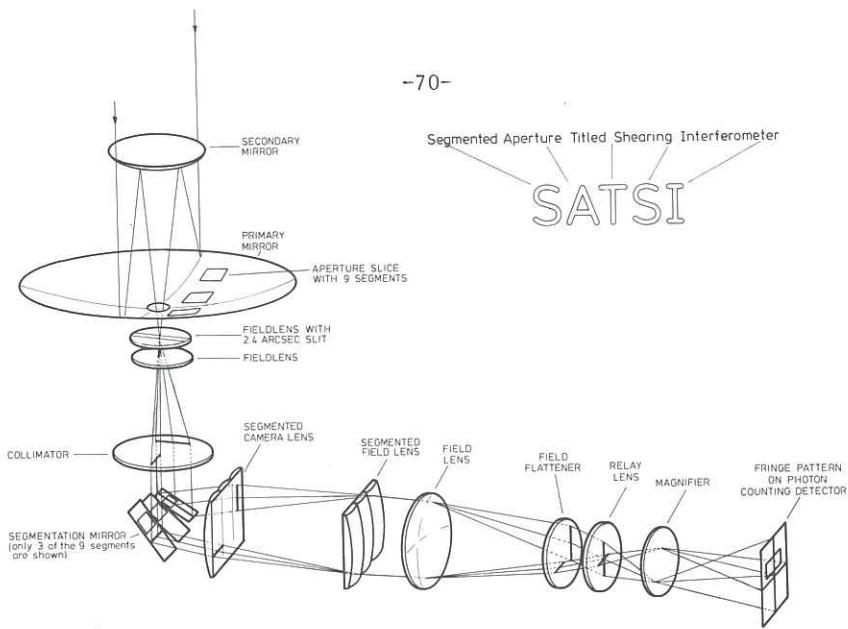


Fig. 2.4.11a.

SATSI bestaat uit een reeks verschuivingsinterferometers waarmee de fase verstoring in het golffront t.g.v. atmosferische turbulentie elementen bepaald kan worden. Na synthese van deze atmosferisch bepaalde aperture opdeling kan het buigingsbegrenste scheidend vermogen van de grote optische telescoop verkregen worden.

Een veldlens met een spleet beeldt de telescooppupil af op een set van negen dunne gesegmenteerde spiegels met een breedte van een "seeing cell". Een gesegmenteerde cameralens vormt de negen objectbeelden op een gesegmenteerde veldlens. In combinatie met een tweede veldlens worden de negen aperture segmenten (na adequate vergroting) over elkaar op de detector afgebeeld. Omdat de gesegmenteerde spiegels de bundels met verschillende hoeken draaien, geeft iedere combinatie van twee "seeing cells" een tweedimensionaal interferentie patroon met een unieke spatiële frequentie. Na Fourier-transformatie van het interferentie patroon krijgt men een redundante set van complexe zichtbaarheids functies die op dezelfde manier als de WSRT data verwerkt kunnen worden. Daarbij wordt van een zelfcalibratie techniek gebruik gemaakt om de atmosferische en instrumentele effecten te verwijderen.

SATSI (Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer) is a multiple shear interferometer which performs Seeing Cell Aperture Synthesis to reach diffraction limited resolutions with large telescopes.

A field lens, with an image limiting slit, re-images the telescope pupil on a set of nine segmented mirrors, each with a width corresponding to a seeing cell diameter. A segmented

cameralens forms nine object images on a segmented field lens. In combination with a second field lens are the nine aperture segments re-imaged and sheared over each other on the detector after additional magnification. Since the segmentation mirrors give each beam a separate tilt every combination of two seeing cells produces a two dimensional fringe pattern with a unique spatial frequency vector. Fourier transformation of this fringe pattern yields a redundant set of complex visibilities which can be processed in the same way as Westerbork data where a selfcalibration technique is used to remove the effects of atmospheric and instrumental phase.

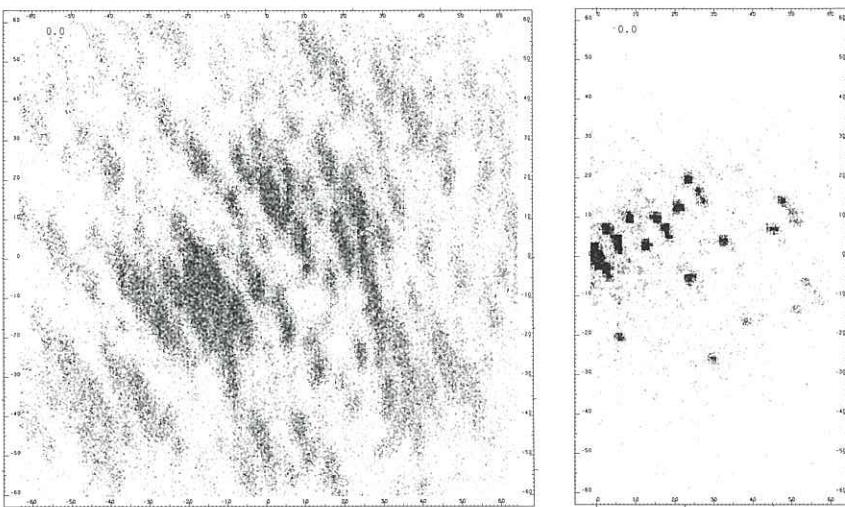


Fig. 2.4.11.b.

Links een SATSI fringe patroon waarbij slechts enkele spiegelsegmenten belicht zijn door een gecollimeerde laserbundel. Rechts de Fourier getransformeerde van een compleet fringe-patroon. De coördinaten in het Fourierdomein corresponderen met verschuivings- respectievelijk kantelingsverschillen tussen de twee spiegelsegmenten welke aan de interferentie bijdragen.

At the left a SATSI fringe pattern with only a few mirror segments illuminated by a collimated laser beam. At the right the Fourier transform of a complete fringe pattern. The coordinates in the Fourier domain correspond to shear respectively tilt difference between two mirror segments contributing to the interference.

Establishment en J.E. Noordam tijdelijk bij RGO gedetacheerd. De participanten zijn ook bij andere optische syntheseprojecten zoals OASIS en TOAST of optische infrastructuurprojecten zoals GHRIL betrokken.

In het jaarverslag 1985 werd door Schwarz over de simulatietest gerapporteerd. In 1986 kreeg het project zijn volle momentum. In januari werd waarneemtijd toegewezen op de 2,5 m Isaac Newton Telescoop (INT) voor de Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer (SATSI), ontworpen en gebouwd in Dwingeloo (zie Figuur 2.4.11). De optiek werd door de Leidse Instrumentmakersschool vervaardigd terwijl de 0,6 mm dikke lenssegmenten bij de Kapteyn Sterrewacht in Roden aan elkaar gekit werden.

De waarnemingen vonden in augustus plaats waarna met de reductie werd begonnen in Groningen. In november werden al voorlopige resultaten bij een workshop op de RGO getoond, zo ongeveer een jaar na het verkrijgen van fringes met een twee-spiegelsysteem bij het Ruimte Laboratorium in Groningen.

Ook organisatorisch heeft het project vooruitgang geboekt. Een voorstel bij ASTRON voor een afgestudeerde werd toegekend hetgeen enige astronomische ondersteuning garandeert voor 1988. Het voorstel bij de La Palma Users Committee om het instrument als "enhancement" te accepteren werd goed ontvangen en trok de aandacht van de Instituto de Astrofysica de Canarias op Tenerife. De IAC wil zijn instrumentatiegroep op Tenerife verder ontwikkelen en heeft daarvoor de projecten GHRIL en SCASIS geselecteerd om er op 50% basis aan mee te werken.

GHRIL project

GHRIL is een project dat door J.E. Noordam wordt geleid en waarmee gepland wordt een Ground Based High Resolution Imaging Laboratory op het Nasmyth-platform van de 4,2 m William Herschell Telescope (WHT) te bouwen.

De samenwerking met de IAC werd net voor de kerst besproken waarna een concept-contract werd opgesteld. In het contract wordt er vanuit gegaan dat de detectorontwikkeling zoals voorgesteld bij het SCASIS voorstel, meegenomen wordt in het GHRIL project. Er wordt verwacht dat Spaanse onderzoekers in de eerste helft van 1987 enkele maanden in Dwingeloo zullen gedetacheerd worden om ingeleid te worden in het gebruik van een Intensified CCD-camera als photon counting imager en om een formatter systeem te ontwikkelen om fotoen digitaal te registreren op een video-cassettetereorder zoals dit met de Mark II VLBI terminal gebeurt.

2.4.4. Diverse Laboratorium ontwikkelingen

Light Collector dome aandrijving

Nadat deze telescoop in Chili in 1983 voorzien werd van nieuwe aandrijvingen op uurhoek- en declinatieassen, die de telescoop een grotere instelsnelheid gaven, tot max. $2^\circ/\text{sec}$, volgde de wens

de instel snelheid van de dome op te voeren tot 5°/sec. Hier toe werd door RZM een nieuwe aandrijving ontworpen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van z.g. wervelstroomkoppelingen waarmee op de 25 m telescoop uitstekende ervaring is opgedaan. De besturing met een computer wordt ontworpen en gebouwd in de C.T.D. Het geheel zal voor de verzending naar Chili getest worden op de goede werking.

Dit project verloopt volgens plan. In principe bestaat het systeem uit twee gelijke diametraal opgestelde aandrijfseenheden die via rubberrollen de koepel aandrijven. Deze eenheden worden momenteel getest. Een deel van het uitbestede mechanische werk moet nog binnenkomen. De besturingsschakelingen zijn in hoofdzaak ontworpen en zullen door RZM verder gebouwd en getest worden.

Spiegels voor een 8 kanaalsfotometer voor de UKIRT

Voor de UK Infrared Telescope op Hawaii zijn op verzoek van F. Baas in de instrumentmakerij twee spiegelmonteringen bestemd voor een 8 kanaalsfotometer gemaakt. Elke montering bestaat uit vier afzonderlijk instelbare minispiegels. Deze zijn daartoe op een stalen kogel bevestigd en tussen twee koperen platen geklemd, zodat met een daarvoor vervaardigde instelsleutel de spiegels over een kleine hoek in X- en Y-richting ingesteld kunnen worden (ko-gewicht).

De spiegels zijn tot stand gekomen door een gepolijste stalen kogel met de juiste kromtestraal in een koperen blokje te persen en daarna op de vereiste afmetingen te draaien. Het spiegeloppervlak is daarna galvanisch vernikkeld en verguld.

Dwingeloo waarneemsysteem

Tijdens het gebruik van de 6 cm optie van het 18 cm frontend kwamen de geleidelijk ernstiger wordende defecten aan de elevatie-aandrijving en uitlezing van de 25 m telescoop duidelijk naar voren. Mede ten gevolge van storingen in de correlator wegens defecten in een voeding verliep de start van de 6 cm meetperiode moeizaam, maar deze kon na noodzakelijke reparaties toch met succes worden afgesloten.

Gezien het vele werk aan projecten met hoge prioriteit is het onderhoud aan de 25 m telescoop de laatste jaren beperkt gebleven tot het hoogst noodzakelijke. De astronomische belangstelling voor de telescoop is echter van dien aard dat nagegaan moet worden hoe de toestand is, respectievelijk wat er gedaan moet worden om de telescoop in bruikbare staat te houden. Door de CTD is hierover een rapport opgesteld.

De cm-spectrograaf registraties uit 1981 zijn op film overgezet met het eerder in Utrecht ontwikkelde systeem. Deze in Utrecht gemaakte opstelling om waarnemingen met de cm-spectrograaf welke op Honeywell tape geregistreerd zijn, weer te geven op een monitor en op fotografische film is, in verband met de verhuizing van de Utrechtse Sterrewacht, overgebracht naar Dwingeloo waar deze nu operationeel kan blijven.

Vervanging Dwingeloo correlator

Naar aanleiding van een verzoek van astronomen is een onderzoek ingesteld naar de mogelijkheden om de correlator in Dwingeloo uit te breiden tot een 1024 kanaals systeem. Het voorstel, vastgelegd in Note 499, is om de huidige 256 kanaals-correlator met zijn analoog/digitaal omzetters te vervangen door een 1024 kanaals-correlater die met de nieuwe A/D omzetters de volle 40 MHz bandbreedte aan kan. De bedoeling is om het systeem op te bouwen met prototype componenten voor het te bouwen JCMT-systeem dat daarmee meeteen in een praktijksituatie getest kan worden.

Laboratorium CAD software Touchstone

Het softwarepakket Touchstone is geïnstalleerd op een PC van Olivetti. Gebleken is dat de software redelijk gebruikersvriendelijk is. Verschillende schakelingen zijn al met succes beproefd, helaas is ook komen vast te staan dat het pakket, met name in het microstrip gebeuren enkele fouten heeft en dat de programmatuur daar op vast loopt. Hierover is inmiddels kontakt met de leverancier gelegd.

Printontwerpsysteem

De kleurenversie van het CAD "Micad" systeem werd geïnstalleerd tesamen met nieuwe software. Tevens werd een goede A1/A2 plotter aangeschaft en aangesloten. Testen werden uitgevoerd ten einde te komen tot een goede materiaalkeuze en werkwijze voor het maken van plots van eenvoudige printontwerpen voor eigen productie. De uiteindelijke resultaten zijn goed genoeg om zelf printen te kunnen maken. Enkele nieuwe universele definitiefies werden gemaakt voor digitale, analoge en multilayer prints en voor tekeningen.

Bonding machine

De toepassing van o.a. caspac modules in een ontwerp voor 11 GHz L.O.-versterkers voor de MT ontvanger bracht de noodzaakelijkheid met zich mee om zeer korte verliesarme bondingen te maken. De in het laboratorium aanwezige West-Bond bonding machine bleek niet geschikt om aan deze eisen te kunnen voldoen.

Na het aanbrengen van de daartoe nodige modificaties, een herafregeling van de machine alsmede een aanpassing van het ontwerp lukte het evenwel om het ontwerp om te zetten in enkele goed functionerende versterkers.

Coordinaten-boor/freesmachine

Sinds kort heeft de instrumentmakerij de beschikking over een coördinaten-boor/freesmachine. Voor het zeer nauwkeurige werk is dit een onmisbaar instrument. De drie asrichtingen van de machine kunnen met een nauwkeurigheid van enkele microns ingesteld en uitgelezen worden.

2.4.5. Meetinstrumentencommissie

Het doel van de meetinstrumentencommissie is het adviseren van de directie inzake aanschaf en beheer van de meetinstrumenten voor het laboratorium. Met deze taakstelling voor ogen is in 1986 veel werk verzet. De commissie vergaderde 8 maal en verzorgde aan het begin van het jaar een algemene instrumententelling in Dwingeloo en Westerbork. Gezien het beperkte budget kostte het weer veel inspanning om tot de juiste prioriteitenstelling te komen. De iets lagere dollarkoers verschafte hierin enige verruiming.

Een steeds groter deel van het werk van de commissie staat in het teken van her-oriëntering en koersbepaling. De oorzaken hiervan zijn: de steeds verder gaande automatisering van instrumenten en de verlegging van een aanzienlijk deel van het stichtingswerk naar het millimeter golflengte gebied.

In het kader van automatisering gaat ook het ontwerpen via de computer met in de handel verkrijgbare hoogwaardige software een grote rol spelen. De eerste personal computers en programma's zijn hiervoor gekocht en dit zal zich de komende jaren voortzetten. Belangrijke aankopen waren: een logic analyzer, een 150 MHz digitale oscilloscoop en een spectrumanalyzer met tracking generator. Een verheugende mededeling aan het einde van het jaar was de goedkeuring van de extra gelden in het kader van de IAS aanvrage voor de jaren 1987 tot 1991. Hopelijk kunnen hiermee de dringendste knelpunten voor de komende jaren opgelost worden.

2.4.6. Instrumentatiegroep

De instrumentatiegroep is verantwoordelijk voor het onderhoud en de calibratie van alle meetinstrumenten en laboratoriumcomputers binnen de SRZM. Hij voert reparaties zo veel mogelijk uit in eigen beheer en schakelt waar nodig een externe servicedienst in van fabrikant of leverancier. Hiernaast wordt regelmatig assistentie verleend aan laboratoriumprojecten. Normaliter bestaat de groep uit 2,5 man. De taak van B.A.P. Schipper die voor twee jaren naar Hawaii is vertrokken is tijdelijk overgenomen door J.F.N. Roosjen. Ondanks de steeds grotere complexiteit van het instrumentarium zag de groep kans veel dure reparaties zelf uit te voeren. De instrumentatiegroep is ook nauw betrokken bij het werk van de meetinstrumentencommissie. Hieraan werd ook de nodige tijd en aandacht besteed.

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

In 1986 bestond de personeelsbezetting van deze afdelingen uit gemiddeld 50 medewerkers inclusief het in het buitenland gestationeerde personeel. Hiervan waren 2 plaatsen door stagiaires

en 1 plaats door een W.V. medewerker bezet. De afwezigheid wegens vakantie en arbeidsduurverkorting bedroeg 14,7% en wegens ziekte 2,7% van de bruto werktijd. De algemene leiding van de afdelingen kostte 5,2% en stafvergaderingen, conferenties, colloquia, literatuurstudie etc., 3,4%. De netto resterende tijd te besteden aan de projecten en vaste diensten bedroeg 9045 mandagen. Deze werd procentueel als volgt verdeeld.

<u>Ontwikkeling, bouw en onderhoud van electronische waarneemapparatuur voor Westerbork en Dwingeloo</u>	36%
<u>Projecten t.b.v. de WSRT.</u>	
<u>Frontendontvangers.</u>	6%
0.a. ombouw 92 cm ontvangers (IF-versterkers) en experimenten 92 cm breedbandige feed, onderzoek verbetering lage ruis ontvangers en 18/21 cm ridged waveguide launchers.	
<u>DCB (digitaal continuum backend)</u>	2,5%
0.a. een microprocessor gestuurd controle paneel voor temperatuur en voedingsspanningen.	
<u>DXB (uitbreidig digitaal line backend)</u>	3%
0.a. het implementeren van de autocorrelatie-optie, oplossen van timing problemen en schrijven van de soft- en hardware documentatie.	
<u>VLBI (very long baseline interferometrie)</u>	5,8%
0.a. de installatie van de 1 MHz rail distributie unit en het ontwerpen en bouwen van een calibratie unit hiervoor, ontwikkeling van de software voor besturing van de controle units en het onderhouds werk aan de waterstofmaser.	
<u>Diverse projecten.</u>	6%
0.a. de nieuwe ontvangerbekabeling voor de Westerbork teleskopen, modificaties aan de bonding machine en de nieuwe dome drive voor de "Dutch light collector" op La Silla (Chili).	
<u>Dwingeloo waarneemsysteem.</u>	1,1%
Onderhoud en kleine modificaties aan de Dwingeloo waarneemapparatuur.	

<u>Laboratorium ontwikkelingen.</u>	9,3%
O.a. het automatisch ruismeetsysteem t.b.v. ontvangers op mm golflengte, phase lock technieken voor carcinotrons, installatie van nieuwe software pakketten op personal computers t.b.v. stripline techniek etc, de kleurenversie van het printontwerp-systeem, correlator-chipontwikkeling, SIS junctions, multibeam werk en microprocessorontwikkeling.	
<u>Cryogene techniek</u>	2,3%
Ontwikkelingswerk voor mm ontvangers en SIS junctions en het onderhoud aan bestaande cryogene installaties.	
<u>Projecten t.b.v. de Brits-Nederlandse samenwerking</u>	47,2%
a. millimetertelescoopprojecten (Hawaii).	27%
O.a. de 350 GHz ontvanger, de 480 GHz Schottky diode mixer, het standaard IF systeem, de bekabeling en inrichting van de mm telescoop inclusief assistentie van de SRZM medewerkers op Hawaii.	
b. RMO projecten (La Palma Optische telescopen).	13%
O.a. het CCD controller project, optische aperatuur synthese en assistentie van SRZM medewerkers op La Palma.	
c. Mm en optische ontwikkelingen.	7,2%
<u>Vaste diensten</u>	16.8%
Deze omvatten: onderhoud van de lab. computers instrumentatie, printfabricage, technisch tekenen, offsetdruk, magazijn, technische documentatie assistentie beheer gebouwen, fotografie, publieksvoorlichting en praktikantenzorg.	

2.5. Astronomengroep

2.5.1. Algemeen

Na een onveranderd personeelsbestand gedurende geheel 1985, is er weer een verandering in het afgelopen jaar opgetreden. Aan het begin van het laatste kwartaal nam G.D. Watt ontslag uit de dienst van RZM i.v.m. een aanstelling in het ROE James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) team. De eerst komende jaren zal hij werkzaam zijn op Hawaii, hetgeen betekent dat hij regelmatig contact met Stichtingsmedewerkers zal blijven onderhouden.

Wij mogen ook dit jaar blij zijn met bezoeken voor langere of kortere periodes van ongeveer twintig buitenlandse wetenschappers aan RZM. Voor langere bezoeken hadden wij o.a. twee Chinese gasten uit Beijing, Nan Rendong en Yang Yipei, allebei gedurende het hele jaar werkzaam in Dwingeloo. Nan hield zich voornamelijk met VLBI gegevensverwerking en interpretatie bezig, terwijl Yang aan de reductie van WSRT metingen heeft gewerkt. Begin juli kwam I. Fejes uit Boedapest voor een verblijf van zes maanden in Dwingeloo (ZWO Bezoekersbeurs). Hij heeft met Schilizzi en zijn collega's gewerkt aan de interpretatie van SS433 gegevens.

Alle zes Stichtingastronomen onderhouden regelmatige kontakten met hun universitaire collega's. Dit gebeurt meestal informeel maar ook door het geven van colloquia en lunchpraatjes. In totaal gebeurde dit acht keer gedurende 1986. Ook intern werden de kontakten onderhouden door het geven van thee praatjes (Astro-thee), in totaal zes.

2.5.2. Dienstverlenende taken

a. Preprints en reprints

Om de nodige aandacht aan het onderzoek gedaan met RZM instrumenten te vestigen, zorgt de Stichting voor het rondsturen van kopieën van zowel nog niet gepubliceerde artikelen (preprints) als overdrukken (reprints). De Bruyn is verantwoordelijk voor de administratie van dit systeem, en heeft gezorgd voor het voorbereiden en rondsturen van preprints genummerd van 317 t/m 330.

b. VLBI werkzaamheden

Deze in de afgelopen jaren steeds zwaarder geworden taak betrifft zowel de long-term planning van het VLBI gebeuren binnen (in EVN verband) en buiten Europa, als de VLBI waarneemcampagnes waar-aan de WSRT meedoet. Schilizzi en Foley houden zich voornamelijk bezig met eerst respectievelijk laatst genoemde aspecten.

Er zijn in de loop van 1986 een vijftal VLBI sessies gehouden waaraan Westerbork meedeed. De waarneem golflengtes varieerden tussen 6 en 92 cm. Andere leden van de groep (De Bruyn, Skillman, Strom) hebben ook met de Westerbork waarnemingen geholpen.

Schilizzi zat de twee EVN Programma Commissie vergaderingen voor, en moest het nodige voorbereidend werk verrichten.

Wat de plannen op langere termijn betreft is er veel gebeurd in de loop van 1986 zowel met betrekking tot instrumenten in de ruimte (QUASAT, Radioastron) als het gegevensverwerkingscentrum. Om met het laatste te beginnen, er kwam in de loop van het jaar een voorstel klaar om met behulp van EG fondsen in het kader van het technologie programma een centrum voor VLBI gegevensverwerking in Dwingeloo te stichten. Het wachten is nu op een beslissing van de raad van EG ministers. Schilizzi heeft een aantal vergaderingen en workshops georganiseerd in het kader van West Europese participatie in het Russische Radioastron project. Ook moet een Memorandum of Agreement tussen het EVN en het Ruimte Onderzoek Instituut in Moskou geschreven worden. In verband met een beperking van NASAs deelname aan verscheidene wetenschappelijke programma's moet een mogelijke beperking van het QUASAT concept onderzocht worden. Hiertoe heeft Schilizzi met twee anderen deelgenomen aan een onderzoek waarvan het eindrapport in december door het QUASAT Science Team werd aangenomen.

c. WSRT gegevensverwerking

De Bruyn heeft aandacht aan de flux dichtheid schaal voor de WSRT besteed. Kleine variaties in de calibratie bronnen 3C48 en 3C147 in de afgelopen jaren zijn aanleiding geweest om de situatie onder de loep te nemen. Stappen zijn ook genomen om de WSRT schaal gelijk met die van de VLA te krijgen. Er is ook wat aandacht besteed aan het testen van programma's uit het zelf-calibratie pakket. Leden van de groep hebben astronomen van buitenaf bijgestaan bij de reductie van hun WSRT gegevens.

d. Werkzaamheden op het millimeter gebied

Met het oog op de komende opening van de JCMT (27 april 1987) heeft Watt een informatie pakket samengesteld voor eventuele gebruikers en deze informatie toegelicht op de instituten. Hij heeft ook gewerkt aan gebruikers vriendelijke software voor de AOS, en hij heeft zich ingespannen om het gebruik van de frontend software onder de knie te krijgen. Er is ook veel tijd besteed aan tests van de 350 GHz ontvanger waarmee o.a. een 343 GHz atmosferische zone lijn gedetecteerd kon worden. De resultaten van dit werk zijn gedocumenteerd in NFRA Note 49⁴.

e. Zomerstudenten programma

Voor het tweede achtereenvolgende jaar hebben Stichting-astronomen een aantal jonge buitenlandse astronomen begeleid in onderzoeksprojekten gedurende de zomermaanden. Uit 14 sollicitanten werden er 4 gekozen (1 uit Italië, 1 uit Engeland en 2 uit de VS) om aan het programma deel te nemen. Het onderzoek varieerde van VLBI tot mm-werk, en drie van de vier hebben over hun werk kunnen rapporteren op de YERAC.

f. Diversen

Een groot deel van de organisatie van de YERAC, gehouden te Havelte in september, was in handen van RZM. Skillman trad op als voorzitter van het organisatie comité.

De Bruyn heeft het gebruikerberaad georganiseerd, en een aantal stichtingsastronomen hebben bijdragen geleverd.

In de loop van het jaar hebben acht studenten hun radio praktikum onder leiding van De Bruyn, Foley of Strom in Dwingeloo gedaan.

Skillman en Van der Hulst hebben aan ontwikkeling en verbetering van AIPS programma's gewerkt. Skillman heeft ook universitaire astronomen bijgestaan tijdens het installeren van AIPS op hun eigen instituten. Foley heeft een aantal datanetwerken getest. Er is ook wat aandacht besteed aan public relations, o.a. de begeleiding van een Belgische (BRT) televisie ploeg en het rondleiden van vertegenwoordigers van de nederlandse pers.

2.6. Algemene Zaken / Het Bureau

2.6.1. Algemeen

Het Bureau is zoveel als praktisch mogelijk ingeschakeld bij alle niet-technische dienstverleningen in RZM. De hoofdtaken zijn het beleidsondersteunende en -uitvoerende werk voor het bestuur en de direkcie; het secretariële werk voor het bestuur, de direktie en de afdelingen van de Stichting; het in overleg met ZWO voeren van een personeelsbeleid en van een inkoop- en financiële administratie; het werk dat samenhangt met het uitzenden van personeel en goederen in verband met de Brits/Nederlandse samenwerking; het beheer van de Radiosterrenwacht te Dwingeloo. De werkzaamheden verbonden aan de uitgezonden personeelsleden en de financiële besognes ervan betekenen een stevige druk op een aantal medewerkers; het betreft hier een continue stroom van werk dat een snelle afhandeling eist.

Andere zaken die extra aandacht vroegen, waren de zorgen om onze gastmedewerkers en zomerstudenten en onze deelname in de organisatie van de zeer geslaagde YERAC 1986 (Young European Radio Astronomers Conference) te Havelte. Een van de jonge "oude" getrouwden van het secretariaat verliet dit jaar de Stichting.

2.6.2. Personeelszaken

Dit verslagjaar had het jaar van het funktiewaarderingsonderzoek 1986 voor het personeel moeten zijn. Dit onderzoek is de laatste veertien jaren eenmaal per twee jaren gehouden. Het ligt in de bedoeling van ZWO om het bestaande systeem te verfijnen door middel van het beschrijven van de gehele organisatie van RZM in een orgaanbeschrijving, een organisatieschema, een overzicht van een gewaardeerde formatie en een functiebeschrijving voor alle medewerkers. Zeer tot ongenoegen van de RZM-ers is door verschillende oorzaken waarvan tijdgebrek van de betrokken ZWO ter zake deskundige er één van is, dit onderzoek niet van de grond gekomen. Er zijn nu vaste afspraken gemaakt om begin '87 de koe bij de horens te vatten.

Als regel wordt een funktiewaarderingsonderzoek afgerond met een aantal bevorderingen. Enkele urgente bevorderingen zijn intussen wel door ZWO uitgevoerd. Afgesproken is dat eventuele nog te effectueren bevorderingen desnoods met terugwerkende kracht hun beslag zullen krijgen. In december werd begonnen met het voeren van evaluatie gesprekken, d.w.z. overleg tussen medewerker en chef over het werk en het functioneren in het werk. Dit overleg zal begin '87 worden afgerond.

De arbeidsduurverkorting leverde dit jaar twaalf extra vrije dagen op. In overleg met de ondernemingsraad (OR) werden deze dagen als vrij opneembaar aangemerkt. Uit het "herbezettingsgeld"

werd een drietal jonge mensen aangesteld n.l. een administratieve kracht, een electronicus voor La Palma en een electronicus in Dwingeloo voor een periode van twaalf maanden.

Van de diensten van het Gewestelijk Arbeidsbureau te Beilen, met wie reeds jarenlang een goede relatie bestaat, werd dit jaar minder dan voorheen gebruik gemaakt. Dit moet worden toegeschreven aan het geringe aantal mutaties en aan het wegvalLEN van de Werkverruimende maatregel, onder welke het mogelijk was mensen tijdelijk aan het werk te krijgen. Op deze wijze hebben wij de afgelopen tien jaren een veertig manjaren verkregen die voor een groot deel zijn besteed aan onderhoudswerkzaamheden aan de WSRT; betrokkenen bood het in vrijwel alle gevallen een opstap tot het verkrijgen van een baan elders of in de Stichting. Dit jaar werd voor onderhoudswerkzaamheden in Westerbork gebruik gemaakt van krachten van het bureau "Start", een uitzendbureau van de gezamenlijke arbeidsbureau's.

Ook dit jaar bleef het aantal ontslagen en aanstellingen beperkt tot 5%. Dit lage percentage geldt al voor een reeks van jaren. Evenwel ons personeel, voornamelijk uit electronici en software mensen bestaande, ligt goed in de markt. Een signaal: twee medewerkers vertrokken in verband met betere carrière perspectieven naar een andere sector bij de overheid in de noordelijke regio.

Na een verblijf van een jaar in Dwingeloo keerde een US technicus, Ph.M. Dooley in september weer terug naar zijn instituut, de VLA te Socorro. Gedurende het gehele jaar waren twee wetenschappelijke medewerkers van het Peking Observatorium te gast in Dwingeloo, terwijl hier voor zes maanden een Hongaars astronoom met een ZWO-beurs werkzaam was. In september arriveerde een Indiase ingenieur, die een jaar in Dwingeloo zal werken op een beurs van ZWO.

Na een proef in de zomer van 1985 te hebben genomen, werd een viertal studenten een assistentschap gedurende de zomer van 1986 geboden. Twee Amerikaanse, een Italiaanse en een Britse student werkten 2 à 3 maanden tezamen met de leden van onze Astronomengroep aan verschillende onderzoeken. Ook in de zomer van 1987 zullen er weer jonge radio astronomie-studenten in Dwingeloo verblijven.

Ook dit jaar kweet een aantal onzer medewerkers zich van hun taak om studerenden praktische kennis bij te brengen. Zij begeleidden in 1986 een 12-tal studerenden aan TU, HTS, MTS en MEAO in hun stageperiode van enkele maanden aan de radiosterrenwachten. Het onderwijs stelt deze dienstverlening zeer op prijs.

Vier van onze medewerkers maakte gebruik van de "Studiefaciliteiten" regeling.

De contacten met de ZWO stichting SRON werden verder versterkt. Een groep wetenschappelijke medewerkers van SRON bracht een werkbezoek aan Dwingeloo en Westerbork. Eén van onze research ingenieurs wordt voor een deel van zijn tijd gedetacheerd bij SRON teneinde gezamenlijk intensief aan een voor beide stichtingen

nieuwe ontwikkeling te kunnen werken; voorlopig geldt dit voor één jaar.

Voor de activiteiten van de Ondernemingsraad van RZM wordt verwezen naar het zelfstandige OR jaarverslag.

De Personeelsvereniging verzorgde een uitstekende barbecue en dansavond in de Radiosterrenwacht te Dwingeloo.

Het personeelsblad "Telescopium" inmiddels alweer in het 13e jaar van zijn bestaan, verscheen dit jaar vijfmaal en verschafte ons begrijpelijke informatie over techniek en sterrenkunde, maar gaf ons ook meer zicht op het leven van alle dag op La Palma en Hawaii.

2.6.3. Financiën

2.6.3.1. Gewoon en Investeringssubsidie 1986

Zoals vermeld in het vorige jaarverslag betekende de toekenning van het totaal aan Gewoon Subsidie en het Investeringssubsidie voor 1986 een absoluut dieptepunt in het bestaan van RZM. De sterrenwachten in Dwingeloo en Westerbork werden draaiende gehouden. Een enkele, bescheiden -vervangings- investering werd gedaan, zelfs de geringste verbetering of vernieuwing lag buiten onze mogelijkheden.

De financiële administratie van ZWO kampte met enige aanloop moeilijkheden bij de wijziging van hun systeem, waardoor de administraties van de investeringsbudgetten van ZWO en RZM niet met elkaar in de pas liepen. Dit hield in de praktijk van alledag nog-al wat ongerief in. Het ziet ernaar uit dat deze situatie in 1987 verbeterd zal zijn.

2.6.3.2. Subsidies 1987

Het Gewoon Subsidie voor 1987 is in december bekend geworden; het Investeringssubsidie zal in januari '87 vastgesteld worden. De verwachting is, dat het totale pakket aan middelen ons in staat zal stellen ons werk weer op een goed niveau te brengen en de verplichtingen in de Brits/Nederlandse samenwerking na te komen.

2.6.3.3. Meerjarenraming 1987-1991

De Meerjarenraming '87-'91 werd tezamen met die van ASTRON op 1 juni '86 toegezonden aan ZWO. Daar het hierna genoemde strategisch plan kort daarvoor gereed gekomen was, werden dit jaar geen gezamenlijke beleidsintenties aan de raming toegevoegd.

2.6.3.4. De Strategie van de Nederlandse Astronomie

Aan allen die op enigerlei wijze betrokken zijn bij het toewijzen van de middelen aan RZM was het duidelijk geworden, dat het handhaven van het financiële plafond voor de astronomie van de laatste jaren, in 1987 zou moeten leiden tot een drastisch ingrijpen in onze dienstverlening aan de universiteiten. Op verzoek van de Minister van O. & W. kwam een door de gehele Nederlandse astronomische gemeenschap gedragen plan "De Strategie van de Nederlandse Astronomie" al in het voorjaar van '86 tot stand. Dit plan gaf ook nog eens duidelijk de knelpunten in de financiën van RZM in de komende jaren aan. Dit plan is heel goed ontvangen en één van de directe gevolgen is geweest dat RZM een IAS subsidie van Mfl. 4,5 voor de jaren '87-'91 is toegewezen voor de vervanging van apparatuur.

2.6.4. Brits/Nederlandse samenwerking

De Nederlandse bijdragen aan de samenwerking, d.w.z. die van RZM/ZWO en van de universiteiten, worden gecoördineerd in de Stuurgroep UK/NL-samenwerking. De contacten met de Britten worden gecoördineerd in de Joint Steering Committee. Beide groepen vergaderden in het verslagjaar tweemaal.

RZM bracht in het verslagjaar gemiddeld acht personeelsleden in, die gedetacheerd zijn in de UK (1), op La Palma (4) en op Hawaii (3). De dagelijkse zorg rondom het gehele uitzendgebeuren en de financiële afwikkeling ervan betekenen een flinke werkdruk op enkele Bureau-medewerkers.

De beloning van de Nederlandse medewerkers op La Palma en op Hawaii blijft achter bij die van hun Britse collega's waarmede zij dagelijks samenwerken. Stappen werden ondernomen om het verschil te verminderen door toepassing van de duurtecorrectie, ook op andere salariscomponenten dan het gewone salaris. Het Ministerie van Financiën werd de vraag voor vermindering van de inkomstenbelasting van de uitgezonden voorgelegd; deze kwestie is nog in behandeling.

De drie Stichtingshuizen op La Palma werden het gehele jaar bewoond door RZM-medewerkers en een universitaire astronoom met zijn gezin.

2.6.5. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo

Steeds weer blijkt hoe belangrijk het is dat wij dankzij de nieuwbouw beschikken over een goede accommodatie voor het houden van bijeenkomsten, colloquia enz. Het gehele jaar door trekt de Radiosterrenwacht mensen uit binnen- en buitenland aan. Studenten

uit Leiden, Groningen en Amsterdam die hier hun werkzaamheden ten behoeve van hun radio-practicum doen en vele commissies uit de Nederlandse astronomische gemeenschap maken gebruik van onze faciliteiten voor het houden van vergaderingen.

In onze verblijfsruimte boekten wij dit jaar 800 overnachtingen, vrijwel steeds van gasten voor een kort verblijf. Voor bezoekers met een langere verblijfsduur wordt als regel accommodatie in het dorp Dwingeloo verzorgd. De zomerstudenten worden in de Radiosterrenwacht ondergebracht, zodat zij gemakkelijk ook in de avond- en nachturen kunnen werken op onze computers. De kantine- en huishoudelijke dienst verzorgt personeel en beoekers.

Gedurende de wintermaanden werden in eigen beheer kleine onderhoudswerkzaamheden in de gebouwen verricht. In de overige tijd werd terrein- en tuinwerk gedaan en werd het buitenschilderwerk aan de nieuwbouw in eigen beheer uitgevoerd. Een grondige schilderbeurt aan het oudere deel van het dienstgebouw werd bij een lokale firma uit besteed. De C.V. ketels van de Stichtingswoningen in Dwingeloo werden vernieuwd.

De voor bezoekers bestemde woning in Dwingeloo was het gehele jaar in gebruik bij een Amerikaanse en een Indiase gastmedewerker.

De Fiat-personenbus werd dit jaar vervangen door een Renault personenbus met dieseltractie.

2.6.6. Popularisering

De beide Radiosterrenwachten verheugen zich het gehele jaar door in een grote belangstelling. Voor hetgeen aan popularisering wordt gedaan te Westerbork, wordt verwezen naar het verslag van de Telescoopgroep Westerbork. Met beperkte middelen en veel inzet van betrokkenen wordt het nodige gedaan om belangstellenden op begrijpelijke wijze te informeren over het werk met de telescopen en de geavanceerde technieken die worden toegepast.

Overigens verliet het populariseringspatroon in 1986 niet anders dan in de voorgaande jaren. Naast de algemene, korte excursies bij de radiotelescoop te Dwingeloo werd ook een aantal gerechte en meer uitgebreide voorlichtingsbijeenkomsten georganiseerd. Extra aandacht werd onder meer besteed aan een groep van de provinciale besturen van Overijssel en Drenthe, de HTS-informatica te Emmen, de Universiteiten van Groningen en Enschedé, het Lorentz Lyceum te Eindhoven, de Stagebank te Hoogeveen, het bestuur van het recreatieschap ZW-Drenthe, de scholengemeenschappen te Diever en Meppel, de oud-direktieleden van de sociale dienst, de Nederlandse Vakbond van Ondernemers in de bouwnijverheid, de vereniging van huisartsen en de vereniging van landeigenaren.

De voorraad brochures: "Iets over het heelal" werd aangevuld. Hiervan worden een 200 exemplaren per jaar verkocht. Van het speciale nummer van Zenith, dat gewijd was aan het 30 jarig bestaan van de Radiosterrenwacht te Dwingeloo, werd een 100 tal exemplaren

afgenomen. Ten behoeve van het duidelijk overkomen van "het verhaal" in de openlucht werd in de loop van het jaar een versterker op accu aangeschaft, welke als megafoon met succes wordt aangewend. Medewerking werd verleend aan een nieuwe uitgave van de folder van Staatsbosbeheer over het Melkwegpad te Hooghalen. De inhoud van de vitrines bij de WSRT werd voor een deel vernieuwd.

Nog vòòr er één spade in de grond is gezet voor het te Dwingeloo te realiseren planetarium werden er al van vele kanten vragen gesteld aan de afdeling Popularisering. In de vakantieperiode werden op negen woensdagmiddagen diavoorstellingen gehouden en vragen over de werking van de radiotelescoop beantwoord. Evenals in voorgaande jaren verleenden medewerkers van verschillende afdelingen hieraan hun zeer gewaardeerde medewerking.

3. ASTRONOMISCHE VERSLAGEN / ASTRONOMICAL REPORTS

(3.1. Summary of highlights in Dutch; 3.2 - 3.7 Netherlands Foundation for Radio Astronomy (NFRA) related astronomical research of Institutes in English)

3.1. Samenvatting van hoogtepunten van het onderzoek in 1986

Redactie: Richard Strom, Thijs van der Hulst en Ger de Bruyn

In het vorige jaarverslag zijn voor het eerst de verslagen van onderzoek aan de Nederlandse astronomische instituten in het Engels opgenomen teneinde tegemoet te komen aan de wens van buitenlandse collegae om via het RZM jaarverslag op de hoogte te blijven van het de recente ontwikkelingen. Gezien de positieve reacties op deze opzet is besloten dit hoofdstuk dit jaar opnieuw zo in te richten. Deze paragraaf (3.1) verschafft de niet-astronomische lezer een overzicht van het onderzoek dat met RZM instrumenten is uitgevoerd of dat zijn oorsprong vindt in waarnemingen met de telescopen in Dwingeloo, Westerbork en La Palma.

3.1.1. Galactisch onderzoek

Sterren

De zon overheerst alle andere astronomische objecten omdat hij zo dichtbij is, hetgeen betekent dat bepaalde processen, in het bijzonder plasma processen op de zon in groot detail bestudeerd kunnen worden. Het zonne-onderzoek in Nederland in de laatste jaren richt zich voornamelijk op zonnevlammen en dergelijke variabele verschijnsels. Allaart (Utrecht), Slottje en Sondaar (Dwingeloo) hebben metingen gedaan tussen 1981 en 1983 met de 36 kanaals microgolf (4-8 GHz) radiospectrograaf gereduceerd. Hierdoor zijn er nieuwe fijnschalig spectrale structuren gevonden met korte leeftijden (± 50 ms). Hun eigenschappen vertonen gelijkenissen met de zgn. fiber bursts gemeten in vlam spectra op langere dm-golflengtes. Dit zou kunnen betekenen dat in de boven chromosfeer vergelijkbare plasma processen plaatsvinden zoals in de veel ijler lagere corona.

Ook andere sterren kunnen vlammen produceren en Van den Oord en Kuypers (Utrecht) samen met Doyle, Butler (Armagh) en Haisch (Palo Alto) zijn bezig met een studie van het vlamster dubbel systeem YZ CMi. Tijdens een internationale campagne zijn radio (WSRT op 92 cm), röntgen (EXOSAT) en optische (SAAO) waarnemingen gedaan van dit object. De afwezigheid van radio emissie tijdens vlamactiviteit zou verklaard kunnen worden door een stroom van zeer energetische protonen tussen de chromosfeer en de corona. Van den Oord en Kuypers zijn bezig met modelberekeningen van dit verschijnsel.

en vinden dat een stroom van protonen meer overeenstemt met de waarneemgegevens dan een stroom van electronen.

Taylor (Groningen) en Goss (Groningen en VLA) zijn sinds 1985 bezig met een survey van een veld in het galactische vlak op golf-lengtes van 6 en 21 cm. Het hoofddoel van dit onderzoek is het zoeken naar radio emissie van sterren. Eerder gedaan onderzoek heeft de aanwezigheid van zulke emissie bij sommige sterren wel aangetoond, maar was meestal gericht op geselecteerde sterren. Het voordeel van deze nieuwe survey, waarvan de gegevensverwerking nu in de handen van Kingma (Groningen) ligt, zit in het feit dat alle sterren in het veld onderzocht zullen worden. Bovendien de 6 cm gegevens zijn juist geschikt voor de detectie van thermische- of zeer compacte niet-thermische-bronnen.

Bijzondere sterren zijn de Mira variabelen waarvan de meest extreme exemplaren zijn omhuld door een zeer dichte schil; alleen hun infrarood of radio (OH-lijn) emissie kan daardoor waargenomen worden. De radio emissie ontstaat door een zogenaamd maser-proces en het vermoeden bestaat dat dit wordt gedreven door de sterke infrarood straling. Willems en De Jong (Amsterdam-GU) hebben een studie uitgevoerd gebruik makend van Dwingeloo 18 cm waarnemingen gedaan tegelijkertijd met IRAS infrarood metingen van ongeveer 100 OH/IR sterren. Hieruit blijkt dat de verhouding tussen radio en infrarood fotonen overeenstemt met model berekeningen die er van uit gaan dat de infrarood straling inderdaad de pomp is voor de 18 cm maser emissie.

Compacte objecten - in het bijzonder neutronen sterren - zijn waarschijnlijk de overblijfsels van supernova explosies. Sommigen zijn ontdekt als punt bronnen in het centrum van supernovaresten, b.v. de pulsar in de Crab Nevel. Strom (Dwingeloo) heeft een soortgelijk object gevonden in de supernovarest CTB80 (Figuren 3.2.1 en 3.2.2). In kaarten gemaakt met de VLA is een puntbron te zien met een steil spectrum en behoorlijke polarisatie, vermoedelijk een pulsarachtig object. Het is waarschijnlijk een bron van energie voor de omliggende nevel, analoog aan de Crab Nevel. Een poging is gedaan om pulsen van het object te meten, echter zonder succes. Maar door de inspanning van Van Ardenne is het wel gelukt om emissie van andere pulsars met Westerbork te meten (zie bijvoorbeeld Figuur 2.4.1).

SS433 is ook een compact object dat mogelijk energie levert aan W50, de omliggende nevel. Vermeulen, Icke (Leiden) en Schilizzi (Dwingeloo) zijn bezig met een detail studie van de relativistische bundels waardoor materie naar buiten toe stroomt. In hun VLBI kaarten vinden zij dat de helderheid van deze bundels, gezien als discrete naar buiten toe bewegende emissie gebieden, eerst toe- en daarna, voorbij een bepaalde punt, afneemt. Vermeulen en Icke onderzoeken de mogelijkheid dat de verheldering veroorzaakt wordt door het inhalen van een gebied door zijn achtervolger. In 1987 zal dit onderzoek voortgezet worden met o.m. het grootste tot dusver door het EVN uitgevoerd waarneemproject.

Thermische gebieden en wolken

Watt (Dwingeloo) en Burton (Leiden) hebben hun onderzoek van NGC 7023 (zie het SRZM Jaarverslag van 1985), een nevel die bipolaire uitstroming vertoont, voortgezet met nieuwe metingen van de moleculen CO en NH₃. De CO waarnemingen gedaan met de Nobeyama Telescoop hebben veel betere resolutie dan de oude waarnemingen en laten veel nieuwe structuren zien. Uit deze metingen is het nu duidelijk dat simpele bipolaire uitstroming onvoldoende is om de gegevens te verklaren. Het oude voorgestelde model blijft overeind, maar heeft wel wat verfijning nodig.

Pottasch, Schwarz (Groningen) en Spoelstra (Dwingeloo) zijn op zoek naar radio-emissie van de optische halo's rondom een drietal planetaire nevels. De reductie van een (NGC 6826) is nu rond, en daaruit blijkt dat de radio halo van veel beperkter omvang is. Een detail vergelijking tussen de radio en optische emissie is nu aan de gang om dit verschil te verklaren.

Taylor (Groningen) en Pottasch hebben een aantal planetaire nevels onderzocht met de WSRT naar de mogelijke aanwezigheid van waterstof emissie. In een geval (NGC 418) kunnen zowel HI emissie als absorptie waargenomen worden (het profiel is te zien in Figuur 3.4.3). Volgens de huidige metingen bevat het HI gas evenveel massa als het geïoniseerde gebied. Dit is de eerste keer dat HI emissie in een planetaire nevel ooit is waargenomen.

Israel en Engel (Leiden) hebben het eerste gedeelte van hun studie van HI rondom noordelijke HII gebieden afgerond. In de meerderheid van de HII gebieden die vrij zijn van voor- en achtergrond HI, vinden zij een vrij duidelijke correlatie tussen HI en HII structuren. Er is echter een grote verscheidenheid aan gevonden massa's en aard van de correlatie.

Een soortgelijk onderzoek wordt ook ondernomen door Van der Werf (Groningen) en Goss, die WSRT metingen van een aantal HII gebieden hebben verricht.

Wakker (Groningen) heeft nu in totaal 16 HVC (hogesnelheids-) wolken met Westerbork waargenomen. Eén ervan, HVC A IV, heeft hij in detail geanalyseerd. Figuur 3.4.7 laat de totale waterstof emissie van deze wolk zien. Deze wolk vertoont een snelheidsstructuur met grote complexiteit, maar desondanks is de dispersie van alle componenten ongeveer 2,4 km/s, hetgeen een vrij hoge temperatuur van 700 K impliceert. Dit zou kunnen betekenen dat zo'n wolk vroeger zeer heet was, hetgeen implicaties heeft voor zijn oorsprong. Ook heeft Wakker de Hulsbosch (Nijmegen) HVC survey beschikbaar gemaakt voor verdere gegevens verwerking. Figuur 3.4.8 laat een eerste versie ervan zien.

Burton en Kwee (Leiden) hebben hun studie van de buiten "warp" van het vlak van onze melkweg voortgezet. Met een aantal parameters hebben zij de vorm van de buiten gaslaag gekarakteriseerd, en deze vervolgens onderworpen aan modelberekeningen. Het resultaat is een aantal eigenschappen van de gaslaag (afstand naar het vlak, dikte, gasdichtheid) als functie van positie in de Melkweg. Een voorbeeld is te zien in Figuur 3.5.8.

3.1.2. Nabije Melkwegstelsels

De meest naaste buren

Gedetailleerde studies van de twee stelsel in de noordelijke hemel die samen met ons eigen melkwegstelsel en de aan de zuidelijke hemel staande Magelhaense Wolken de zogenaamde Lokale Groep vormen, blijven heel belangrijk. Door de geringe afstand tot deze stelsels, M31 (de Andromeda nevel) en M33 (de Driehoeksnevel) is het mogelijk zeer gedetailleerde waarnemingen te doen wat een schat van gegevens blijft opleveren voor een groot scala aan studies betreffende dynamica, stervorming, spiraalstructuur etc. Zo omvatte het medio 1986 afgesloten promotieonderzoek van R. Walterbos een studie van de verdeling van het gas, het stof en de sterren in M31, aan de hand van optische gegevens in drie kleuren, infrarood gegevens van de IRAS satelliet en neutraal waterstofgas metingen (Brinks 1984) en 21 cm continuum metingen met de WSRT. Het gas en het stof zijn in M31 zeer goed met elkaar gecorreleerd hoewel de intrinsieke gas-stof verhouding mogelijk naar buiten toeneemt. Een vergelijking van M31 en ons eigen melkwegstelsel brengt aan het licht dat hoewel de twee stelsels qua structuur veel op elkaar lijken, M31 veel minder stervormingsaktiviteit vertoont dan ons eigen melkwegstelsel.

Naast dit afgesloten onderzoek van M31 zijn er al weer vervolgstudies aan de gang gebruik makend van 92 cm waarnemingen voor het bestuderen van de uitgebreide, zwakke synchroonstraling in M31 (Walterbos, de Bruyn en Verstege), en van 6 cm gegevens voor de bestudering van de HII gebieden (Israel).

Dergelijke studies zijn ook opgezet voor het kleinere stelsel M33. Voor dit stelsel is de reductie van de waterstof gegevens nu afgesloten (Deul en Van der Hulst) en is verdere analyse begonnen. Ook hier zijn 6 cm, 21 cm, 49 cm en 92 cm met Westerbork verkregen voor de bestudering van de synchroonstraling, de HII gebieden en de stervorming.

Structuur en dynamica van Melkwegstelsels

Bestudering van verder weggelegen stelsels kan dan wel niet in zoveel detail als in het geval van M31 en M33, toch is ook die informatie van belang omdat een veel groter aantal objecten beschikbaar is die elk met hun eigen wordingsgeschiedenis weer iets te vertellen hebben over hoe stelsels zijn opgebouwd en welke omstandigheden daarbij een rol spelen.

Wat betreft globale eigenschappen blijft de vraag hoeveel donkere materie (dat wil zeggen: niet waar te nemen materie, die aanwezig moet zijn om de interne bewegingen in sterrenstelsels te begrijpen) melkwegstelsels hebben aktueel (zie Figuren 3.4.12 en 3.4.13 voor een illustratie van recent werk (Begeman)) en zijn nog geen overtuigende gevallen gevonden van objecten zonder donkere materie. Ook de z.g. vroeg type melkwegstelsels (S0-S0/a-Sa in de Hubble klassificatie) blijken donkere materie te bevatten en ver-

schillen daarin niet van andere spiraalstelsels (promotie onderzoek van Van Driel). Wel zijn deze stelsels afwijkend wat betreft de gasverdeling. Zij vertonen namelijk allemaal een ringvormige gasverdeling, soms een ring groter dan het optische beeld, soms een kleinere binnenring. De grote ringen zijn wellicht ontstaan doordat het gas in de binnendelen grotendeels is omgezet in sterren. De binnenringen zouden kunnen gevormd zijn door het "invangen" van kleine en gasrijke begeleider stelseltjes.

Onderzoek naar de eigenschappen van stelsels aan het andere uiterste van de Hubble klassificatieschaal, de onregelmatige stelsels is eveneens in volle gang. Een studie van onregelmatige stelsels in de Virgo cluster (Skillman en medewerkers) in navolging van studies van zulke stelsels in onze eigen Lokale Groep, laat zien dat drie van de vier objecten donkere materie nodig hebben om hun kinematica te kunnen verklaren. Met uitzondering van één stelsel zijn er geen aanwijzingen voor interactie tussen het gas in de stelsels en het intergalactische, ijle gas in de cluster. Dit is te begrijpen omdat deze drie stelsels zich vermoedelijk in de buitenenden van de cluster bevinden.

Door optische spectroscopie van stellaire lijnen en Westerbork waarnemingen van de kinematica van het waterstof in stelsels te combineren is het mogelijk om naast de radiële snelheden ook de snelheidsdispersie in stelsels te bepalen. Zulke bepalingen geven verder inzicht in de stabiliteit van de schijfachtige massaverdeling en zijn belangrijk voor ons begrip van de dynamika van stelsels. Een interessant bijproduct van deze studie (Bottema) is de vondst van een stelsel dat een enorme grote afbuiging van de gaslaag in de buitenenden laat zien, veel groter dan tot dusverre in andere stelsels is gevonden (Figuur 3.4.10).

Evolutie van Melkwegstelsels

De evolutie van melkwegstelsels kan op verschillende manieren bestudeerd worden. Valentijn en Peletier bijvoorbeeld gebruiken fotometrische waarnemingen van elliptische stelsels om kleur gradienten te meten. Er kan worden aangetoond dat de stelsels in de buitengebieden veel blauwer licht uistralen (zie Figuur 3.4.18) hetgeen mogelijk verklaard kan worden door een lagere abundantie van de zwaardere elementen in de sterren en het gas in de buitenenden. Dit moet verder worden gecontroleerd aan de hand van evolutiemodellen en spectroscopie van stellaire en interstellaire spectraallijnen.

Naast zulk fotometrisch en spectroscopisch onderzoek gericht op abundantie bepalingen is het nagaan van de gevolgen van wisselwerking met nabuur stelsels ook relevant voor evolutie. Immers, in het vroege heelal waren melkwegstelsels dichter bij elkaar en kan onderlinge getijdenwerking van belang zijn geweest. Bestudering van de gevolgen van zulke wisselwerking betreft zowel individuele gevallen die in detail bekeken worden, zoals NGC 5194, 2146 en 2685 (Shane en medewerkers) alsook een systematisch onderzoek van

een groot, statistisch complete verzameling stelsels met begeleiders (Keel, van der Hulst, Kennicutt en Hummel). Dit laatste onderzoek laat zien aan de hand van spectroscopische, radio, infrarood (IRAS) en $H\alpha$ waarnemingen dat de centrale gebieden van zulke stelsels in groepen of paren (Figuur 3.5.11) een 2-4 maal hogere stervormingsactiviteit vertonen dan in geïsoleerde stelsels. De gevolgen voor stervorming in de buitendelen van het melkwegvlak zijn minder drastisch. Wel is aantoonbaar dat ook de schijf een verhoogde stervorming doormaakt gedurende zo'n 100 miljoen jaar. Omdat deze fase zo kort duurt en slechts een paar procent van de totale massa van een stelsel omvat kan gezegd worden dat zulke interacties vermoedelijk geen dominante rol spelen bij de evolutie van stelsels.

3.1.3. Ver-extragalactisch onderzoek

Actieve compacte kernen van melkwegstelsels

De veelheid aan verschijnselen die we waarnemen in het ver-extragalactische heelal houden vaak verband met aktiviteit in de kernen van melkwegstelsels. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de bepaling van de structuur en de eigenschappen van die kernen een centrale plaats innemen bij het onderzoek van actieve stelsels. Door de zeer geringe afmetingen van die kernen moeten bijzondere methoden en technieken aangewend worden. De belangrijkste techniek is de interferometrie met zeer lange basislijnen (Very Long Baseline Interferometry - VLBI) waarmee zeer fijne details, tot 1 millibooigseconde, in de radiokernen kunnen worden bestudeerd.

Een vierjarige studie van de relatie tussen thermische (= optisch zichtbare) en niet-thermische (= radio zichtbare) componenten in een kleine groep actieve kernen werd in 1986 afgerond met de dissertatie van G.J. de Waard (Leiden). Hij voltooide eerste epoche 8-station VLBI waarnemingen van vier radioquasars en meerdere epochen optische spectroscopische waarnemingen met het doel om te zoeken naar gecorreleerde veranderingen. Deze zijn (nog) niet gevonden. De Waard beschreef een uitgewerkt model waarin een nieuwe verklaring voor "superluminal motion" in compacte radio kernen werd uitgewerkt. Een belangrijk nieuw aspect van dat model is de interactie tussen een relativistische jet en een gasvormig scherm (Figuur 3.5.15). Een opmerkelijk aspect van de vier radiobronnen is dat de radio structuur twee-zijdig is, als althans de helderderste piek in de kaart met de echte kern geassocieerd kan worden. In bijna alle gevallen die tot nu toe zijn bestudeerd is er sprake van een kern met één-zijdige structuur.

De meeste radiokernen van actieve stelsels verraadden zich door hun vlakke radiospectrum, een aanwijzing van absorptie binnen de bron en dus ook van hoge dichthesen en geringe afmetingen. Er is echter een klasse van bronnen met steile radio spectra die toch ook vrij compact zijn. De emissie van deze bronnen strekt zich uit

over een gebied van enkele tienden van één boogseconde. In lineaire maat komt dit in de meeste gevallen overeen met een afmeting van 1-10 kpc. R.T. Schilizzi en C. en R. Fanti (Bologna) en R. Spencer (Jodrell Bank) voltooiden een studie van één zo'n bron, de quasar 3C119, met behulp van VLBI data. De bron heeft een opmerkelijke complexiteit en om hem goed in kaart te brengen zijn naast de VLBI gegevens ook data op basislijnlengten van 10-100 km nodig. Dit bereik aan basislijnlengten wordt geleverd door MERLIN, het 6-stations netwerk nabij Jodrell Bank in Engeland. Door nu gegevens van zowel Europese, inter-continentale en MERLIN basislijnen te combineren zijn Nan Rendong (bezoeker aan Dwingeloo van het Beijing Observatorium) en Schilizzi erin geslaagd een aanzienlijk betere kaart van de bron 3C119 te maken. Deze kaart vertoont interessante, maar nog onverklaarde, spiraalachtige emissie structuren over een schaal van 1 tot 100 milliboogseconden.

Naast VLBI is ook de studie van variabiliteit een veel gebruikte methode om informatie te verkrijgen over de kleinste mogelijke structuren in de kernen van melkwegstelsels. De in het vorig jaarverslag gerapporteerde metingen van snelle variabiliteit in de bron OJ287 werden dit jaar opgevolgd door nieuwe metingen. Het staat nu vast dat in deze en andere bronnen de radiosterkte varieert op tijdschalen van één uur. De eenvoudigste verklaring hiervan is dat een significant deel van die straling geproduceerd wordt in een gebied met een afmeting van hooguit enkele lichturen. Dit impliceert zeer kleine hoekafmetingen en overeenkomstig grote helderheidstemperaturen (tot 10^2 °K toe). De nieuwe metingen, die in oktober 1986 zijn gedaan, zijn ook gelijktijdig bij de VLA verricht. Door vergelijking van de resultaten zal duidelijk worden tot welke nauwkeurigheid dergelijke veranderingen kunnen worden vastgesteld. De Bruyn, J. Dreher en D. Roberts (MIT) zijn bij dit onderzoek betrokken.

Uitgebreide structuren van radiostelsels

In 1986 werd een groot project afgesloten dat tot doel had de spectrale index verdeling en polarisatie eigenschappen van een beperkt aantal zeer uitgebreide radiomelkwegstelsels in kaart te brengen. Dit onderzoek is op maat gesneden voor de WSRT en stond onder leiding van W. Jägers (Leiden) die hiermee in 1986 zijn promotie onderzoek voltooide. Ook G.K. Miley en H. van der Laan (Leiden) en R.G. Strom (Dwingeloo) waren bij dit werk betrokken. Vooral ten aanzien van de polarisatie op lange golflengten (49 cm en 92 cm) waren er belangwekkende nieuwe resultaten. Door de (Faraday-) rotatie door geioniseerd thermisch gas, gekoppeld aan een magneetveld, is het mogelijk om de plaats en dichtheid van dit de-polarizerende medium te bepalen. Door vergelijking met röntgen data, kon worden vastgesteld dat grote vroeg-type melkwegstelsels omgeven worden door gasvormige haloes die zich tot op 100 kpc afstand van het stelsel uitstrekken.

Door vergelijking van de 21 cm, 49 cm en 92 cm oppervlakte helderheid in de grootste radio stelsels konden de verouderingseffecten op de stralende deeltjes worden vastgesteld. Door de leeftijd, op deze manier afgeleid, te koppelen aan de lineaire afmetingen van de relevante radio structuren leidde men af dat de stralende deeltjes, na versneld te zijn in de hete plekken in de uitgebreide lobben, wegstromen met snelheden van tenminste 10000 km/s. Het is echter ook mogelijk dat er deeltjes versnelling plaatsvindt in de lobben zelf, naast de reeds eerdere vastgestelde versnelling in de kern en "hot spots" (Figuur 3.5.18).

Cluster onderzoek

De Bruyn, Brouw en Miley vervolgden de reductie van de 92 cm waarnemingen van de Perseus cluster. Door de gegevens over de totale 2.5 MHz bandbreedte te combineren, wat speciale problemen met zich meebracht die verband hielden met de enorme afmetingen van de dataset, kon worden vastgesteld dat het grootste deel van de cluster gevuld is met stralende deeltjes. Het betreft hier waarschijnlijk vooral zeer oude deeltjes, afkomstig van melkwegstelsels die in het verleden (zo'n 1 miljard jaar geleden) actief waren. Naar aanleiding van deze bevindingen is een nieuw promotie onderzoek gedefinieerd dat zich uitsluitend richt op een multispectrale radio survey van deze unieke cluster.

Strom en J.P. Vallée (Herzberg Institute, Ottawa) reduceerden 92 cm waarnemingen van een andere cluster waarin zich actieve melkwegstelsels met langgerekte sporen van radio emissie bevinden. De bron IC711 blijkt op de lage frequentie van 327 MHz ruim 1 Mega parsec lang (Figuur 3.2.4). Aan het eind van zijn staart bevindt zich een abrupte afbuiging, die wat doet denken aan de structuur van NGC 1265, het kop-staart stelsel in de Perseus cluster. Groot-schalige intergalactische winden spelen hierbij misschien een rol.

Bron-surveys en kosmologie

De grote gevoeligheid van radiotelescopen en de intrinsieke sterkte van radio bronnen, maakt de laatsten tot uitmuntende hulpmiddelen bij kosmologisch onderzoek. In Leiden bestaat reeds een lange traditie op dit gebied. M. Oort, P. Katgert, M. Wieringa en H. van der Laan, alsmede verscheidene studenten, zijn allen bij verschillende survey projecten betrokken. De verdeling van de waargenomen bronnen, en het gaat daarbij vaak om honderden per synthese veld, over flux dichtheid bevat waardevolle informatie over de soorten van radiobronnen en hun evolutie eigenschappen. Door verscheidene bron surveys te combineren hebben Katgert en Oort jr. een zeer nauwkeurige 21 cm differentiële brontelling geconstrueerd voor bronnen met een flux tussen 0,1 en 10 mJy (Figuur 3.5.20). Deze verdeling bevestigt nogmaals dat er beneden 1 mJy een nieuwe populatie van radio bronnen opkomt. Naast statistiek van de flux verdeling is er nu ook een zeer interessante trend waargenomen in de mediaan waarde van de hoekafmeting van de bronnen met fluxdichthes beneden 10 mJy (Figuur 3.5.21). De zwakke

bronnen zijn veel kleiner dan verwacht op grond van eerdere bevindingen. Vooral de bronnen die geïdentificeerd zijn met zogenaamde blauwe melkwegstelsels hebben een kleine hoekafmeting. Toch hebben de meeste van die bronnen normale radio spectra, zoals waargenomen op 4 frequenties met de WSRT (Oort jr.). De INT op La Palma is benut om veel van de radiobronnen te identificeren, om zodoende via een bepaling van de roodverschuiving de afstand, intrinsieke helderheid en aard van de objecten te kunnen vaststellen.

De 92 cm survey van twee velden in Draco is het afgelopen jaar verder bewerkt om te zoeken naar radio emissielijnen die, op deze golflengte, afkomstig zouden moeten zijn van neutrale waterstof op zeer grote roodverschuiving ($z = 3.34$). Door de effecten van fluctuerende straling van zonnevlammen is de reductie aanzienlijk opgehouden. Echter tegen het eind van het jaar werden de eerste "schone" data kubussen (14 lijnkanalen van elk 512×512 beeldelementen) op het Groningse GIPSY systeem geïnspecteerd. Naast Katgert en Wieringa zijn ook de Bruyn en R. Sancisi (Groningen) in dit onderzoekproject werkzaam. Er is nog geen detectie van waterstof gedaan maar de grenzen van ongeveer $10^{14} M_{\odot}$ zijn al interessant voor theorieën over cluster en superclustervorming in vroege fasen van het heelal.

3.2. Astronomical research done by NFRA staff

Editor: Richard Strom

3.2.1. Introduction

Most of the astronomical research within the Foundation for Radio Astronomy is carried out by the six members of the Astronomy Group and the Westerbork telescope astronomer, although several staff members from other departments have also been involved in the research effort. As in previous years, the greatest emphasis has been on extragalactic studies of both normal and extremely active objects. The WSRT and EVN are the main instruments used, although significant numbers of observations with the VLA and optical telescopes on La Palma have also been made. This section is organized thematically and presented in order of increasing distance from the earth (and as it happens increasing amount of research).

3.2.2. Solar System Research

Slottje, Sondaar and M.A.F. Allaart (Utrecht) analyzed solar flare spectra observed with the 36-channel microwave (4-8 GHz) radio spectrograph in 1981 and 1983. New fine-scale spectral structures were discovered in the as yet barely explored microwave band, notably narrowband (1 or 2% relative width), short-lived (50 ms) drifting (0.5 to 5 GHz/s) features. They showed similarity in many respects to the fiber bursts known from the longer dm-wave flare spectra. This may imply that similar plasma processes play a role in the hundred-fold denser upper chromosphere as in the lower corona. The results were presented at the CESRA-Workshop on solar flare fine stucture and submitted for publication to Solar Physics.

3.2.3. Galactic Research

Galactic studies within the Foundation are directed towards investigating the constituents of our Galaxy as such, rather than its global structure. The constituents can most conveniently be divided into two groups, stars and compact objects on the one hand, and diffuse nebulae on the other. Studies of these objects in other galaxies are included in the Extragalactic Research section (3.2.4.3), although there clearly is a connection with the galactic work.

3.2.3.1. Stars and compact objects

Spoelstra has continued monitoring a number of recent novae at radio wavelengths. Reduction of the 21-cm observations of Nova Vul 1986-1 and Nova Vul 1986-2, as well as 92-cm observations of RS Oph, has been completed. No emission was detected, so that either the time of observations was not optimal, or the sensitivity was insufficient. These results have been combined with data at other frequencies from the VLA and Jodrell Bank and their interpretation is the subject of an article submitted for publication.

In a related project, observational data ranging from the ultraviolet to radio wavelengths obtained on Nova Aql 1982 have been interpreted and submitted for publication. Furthermore, monitoring of Nova Cyg 1986 has begun.

b. Collapsed objects

Schilizzi has continued a variety of studies on the peculiar binary system SS433. Numerous discussions with R. Vermeulen, V. Icke (both Leiden), E. van den Heuvel (Amsterdam) and I. Fejes (visitor to Dwingeloo from Budapest) on the VLBI and optical results from the May 1985 session have been undertaken. A paper describing this work is in the final stages of preparation. There were also many fruitful exchanges with Fejes during his stay in Dwingeloo on other SS433 data, in particular the temporal changes in its structure, and a Research Note is nearing completion. Furthermore, a proposal for follow-up observations of SS433 was prepared, and a VLBI campaign for May 1987 was approved at the November EVN PC meeting.

Spoelstra has continued his work (together with W. Hermsen, LRO-Leiden, and O. Pederson, ESO) to attempt to identify the intense (and presumably galactic) X-ray source Geminga. Optical observations have been done with the Danish 1.5-m telescope at ESO (Chile) of candidate objects to complement the radio data. Data reduction had just commenced at the end of the year.

c. Pulsars

Strom's likely discovery of a pulsar associated with the peculiar supernova remnant CTB80 (see section 3.2.3.2.b), and the availability of 327 MHz on the WSRT, prompted an examination of the possibilities of short time-constant observations with an eye to searching for pulsed emission from CTB80. A scheme devised by A. van Ardenne based upon the VLBI adding box and using software written by T. Grit to read out the data was successfully used to observe several known pulsars. Initial attempts to observe pulsations in CTB80 have so far revealed nothing, although an improved pulse search technique might yet be successful. Refinements incorporated during a series of 49-cm observations have improved the time stability of the sampling procedure. With the present acquisition system, data can be read out at a sampling rate of 100 Hz,

so all but the very fastest pulsars can be observed. A typical example of a strong pulsar (PSR1929+10, with a period of 0.227 s) is shown in Figure 2.4.1 of section 2.4.

3.2.3.2. Nebulae and diffuse emission

a. Molecular clouds

The paper on the outflow source NGC 7023 in which Watt and W.B. Burton (Leiden) have been analysing CO ($J=1\rightarrow 0$) data has been published. These spectra were not of adequate signal-to-noise to be able to model the source in great detail, so time was obtained for NH₃ observations (Effelsberg) and for further CO ($J=1\rightarrow 0$) scans and molecule searches using the Nobeyama Telescope.

At Nobeyama, it was possible to make CO ($J=1\rightarrow 0$) observations with 15" resolution in strip maps across NGC 7023 for comparison with the earlier data with 1' resolution. The great difference in resolution results in a very complex set of spectra from which several clumps can be resolved which were not obvious on the low resolution data. The main aim of the project was to study the velocity structure of the source and preliminary analysis of the data shows a simple two lobed outflow structure is not adequate and although the model presented in the first publication remains valid, several refinements and additions are necessary. CO and ¹³CO maps were made, and HCO⁺ and HCN have also tentatively been detected.

Together with Nigel Minchin (NFRA summer student) Watt analyzed the CO and ¹³CO molecular line data obtained from Nobeyama. The spectra are extremely complex and show several clumps of denser gas distributed around the region, embedded in a lower density cloud. The clumps show velocity structure significantly different from the ambient cloud l.s.r. velocity and are likely to be condensations of the cloud induced by shock compression in the outflow lobes from NGC 7023. A talk on this data was given by Minchin at the YERAC while Watt was at Effelsberg observing the NH₃ transitions with the 100 m telescope. At each of the clumps of denser gas determined with the Nobeyama data there is a weak detection of NH₃. The data are, however, not yet fully analysed. A small region, the northern half of the central disk around NGC 7023, was mappable in NH₃ and showed that the peak molecular emission is displaced several arcminutes from the dust continuum peak (400 μm). This may just be due to the 400 μm emission arising through the longest column of dust while NH₃ emission peaks at a higher temperature region. There are no IRAS point sources coincident with the NH₃ clump peaks so they may be very young condensations with no central emitting object (protostar) yet. It is also interesting that no NH₃ emission was detected in positions where the outflow is to be expected. Furthermore the CO spectra do not show significantly broad lines although the physical appearance of

the region suggests that it is an outflow source. Perhaps the outflow has now stopped and we are seeing the after effects.

The Cyber 205 supercomputer runs Watt's chemical modelling programs. After updating the chemical reaction library in collaboration with his colleagues at UMIST (Manchester) he hopes to attempt various studies involving variable C/O ratios, implement a shock chemistry model to assist with the IC443 analysis and begin the chemical explanation for C₂H observations that he took in the summer of 1985 at the UKIRT. These plans were further advanced by discussions with G.F. Mitchell (St. Mary's, Halifax, Canada) during his visit to Dwingeloo. Making use of Mitchell's shock chemistry programs, the non-shocked time dependent models should be used to investigate the effects of enhanced cosmic ray ionization rates and enhanced radiation field strength on the molecular composition. Some sort of grain treatment must be included. The shock models will then be used in attempts to predict the composition of the clumps seen towards the periphery of the supernova remnant IC443. Present observations of a variety of molecules show that the abundances are not typical of ordinary interstellar clouds but may have some extra processing due to nearby stars and due to the supernova itself.

b. Supernova remnants

R. Braun (Leiden, now VLA) and Strom's work on supernova remnants (SNR) has been rounded off with the publication of articles on IC443 and the Cygnus Loop. The former discusses radio, infrared (IRAS) and existing optical and X-ray data on the entire complex, concluding that presupernova mass loss from stars has formed large shells or bubbles in the ISM which largely determines the morphology of the observed remnant. In the Cygnus Loop also a similar effect is believed to have taken place, although the resulting remnant is much more regular. Related work on SNR was continued by Strom and H. Greidanus (Leiden), who are investigating the infrared emission from other objects.

In early March, Watt made 18 cm observations of the supernova remnant IC443 using the Westerbork Telescope. This project was to examine the molecular cloud components for evidence of shocked OH emission or absorption, clumping, and high velocity motion. These data can be compared with the CO, HCN, HCO maps of G.J. White (QMC, London), the molecular H₂ emission of M.G. Burton (ROE, Edinburgh) and the HI maps obtained by Braun and Strom. Unfortunately, the analysis which was undertaken by N. Minchin revealed that the limited number of baselines present (in the existing configuration, only five telescopes can be outfitted for 18 cm observations) are too insensitive to detect OH.

The probable discovery of a pulsar near the centre of the peculiar supernova remnant CTB80 received much of Strom's attention. Evidence for its existence comes from 6 and 20 cm VLA maps made with 1" arc resolution, centered on the flat spectrum central component. An unresolved source at the 1 mJy level is found at the

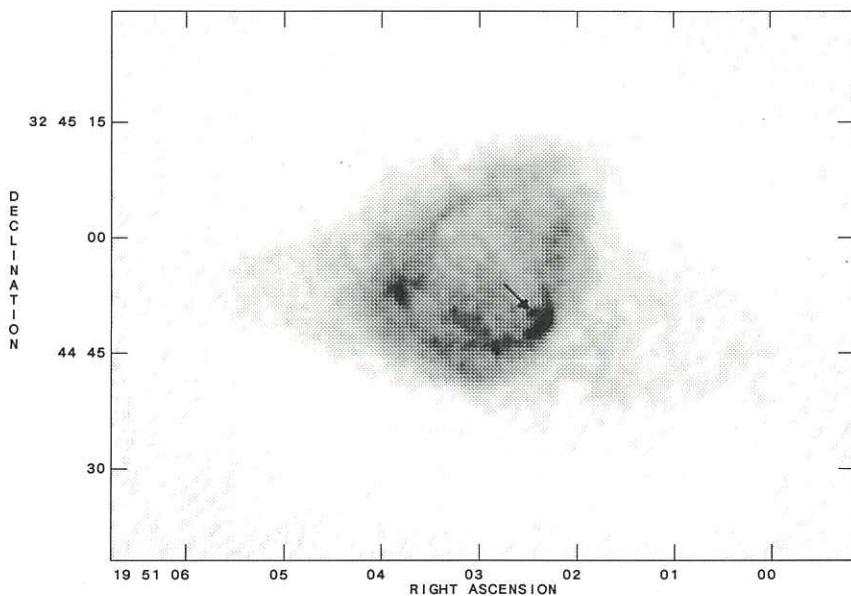


Fig. 3.2.1.

The central, extended component of CTB80 as observed with the VLA at 20 cm. The steep spectrum point source (pulsar candidate) is indicated by an arrow.

De uitgebreide centrale component van de supernovarest CTB80, waargenomen met de VLA op een golflengte van 20 cm. De puntbron met een steil spectrum (mogelijke pulsar) wordt aangeduid met een pijltje.

longer wavelength, where nothing can be seen at 6 cm (see Figure 3.2.1). In addition to its steep spectrum, the source appears to be polarized, and lies close to the position of an unresolved X-ray source. It is most probably a pulsar, providing energy to the compact component in a way analogous to the Crab Nebula. Much time was spent both reducing the data (which at times involved tracking down nasty instrumental problems) and working on its interpretation. A number of pieces of evidence strongly suggest that the pulsar must be fast moving, and it is possible to estimate its speed at about 500 km/s. It must be moving toward a high brightness feature on the edge of the flat spectrum component which bears a striking similarity to Wisp 1 in the Crab Nebula (toward which the Crab pulsar is also moving). Both features, it is suggested, represent a major centre of particle acceleration in their respective nebulae. The high speed construed for the CTB80 pulsar suggests an origin in a multiple stellar system.

Strom and Greidanus have observed several supernova remnants with TAURUS on the INT, in order to obtain kinematical information on the optically emitting gas. In the H α line, 19 fields of 6 arcmin diameter were observed with a resolution of a few arcsec in the remnants IC443, the Cygnus Loop, VR042.05.01, S147, CTB80, CTB1 and 3C58. Seven of these fields were observed in the [OIII] λ 5007 line as well, all in the Cygnus Loop. Four nights were needed for this, two in August and two in December, of which one was for the greater part lost to bad weather. Strom took care of the December session. To get an initial impression of the data, it was possible to partially analyze the observations obtained at the end of August of the central nebulosity of CTB80. They show gas with almost exclusively negative velocities in an elliptical ring (Figure 3.2.2). Crudely, the kinematics are consistent with an expanding shell, velocities of about -100 km/s being attained. This initial analysis has shown the power of TAURUS for investigating the kinematics of SNR.

The IRAS maps of the supernova remnant Cas A, published last year by R. Braun (Ph.D. Thesis, Leiden 1985), raised the question of whether the infrared emitting dust Cas A shows is distributed like its optically emitting material in small (arcsec sized) knots, or more homogeneously. To answer this, Strom and Greidanus carried out observations with UKIRT using a bolometer detector at 20 micron during two nights in October 1986. Bad weather and technical problems unfortunately severely reduced the effective amount of observing time, so that insufficient data could be obtained to make a firm statement. Nevertheless, indications point toward a smooth distribution of the infrared emission. To complete the observing programme, service time has been requested. In the same observing run they investigated a possible correlation between 20 micron IRAS-detected emission and a strong optical filament in the Crab nebula, with negative results.

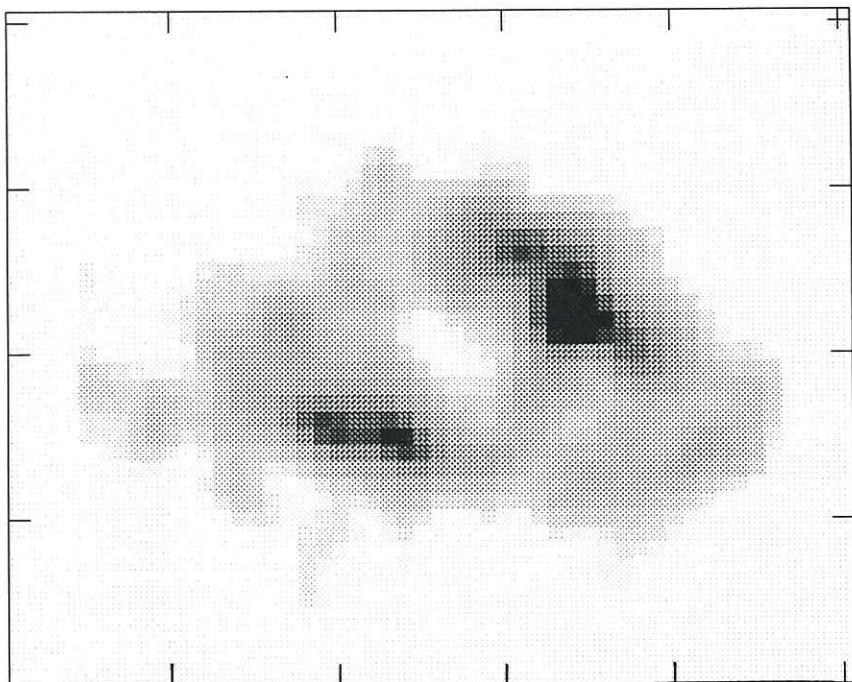


Fig. 3.2.2.

Hydrogen line emission ($H\alpha$) from the central component of CTB80, as observed with TAURUS on the Isaac Newton Telescope. Emission is seen from essentially the same ring-shaped region as observed in the radio (Fig. 3.2.1.) Only the predominant negative-velocity channels are shown. The distance between tick-marks is 20" arc.

Optische waterstof emissie ($H\alpha$) waargenomen in het centrum van CTB80 met het TAURUS instrument op de Isaac Newton Telescoop te La Palma. De emissie is afkomstig van ongeveer hetzelfde ring-vormige gebied als waargenomen op radiogolf lengtes (zie Fig. 3.2.1.). In deze kaart is alleen de sterke emissie op negatieve snelheden weergegeven. De afstand tussen streepjes bedraagt 20 boogseconden.

c. Planetary nebulae

Spoelstra in collaboration with S.R. Pottasch (Groningen) and W.M. Goss (Groningen, now VLA), has worked on the reduction of 21-cm WSRT observations of the planetary nebulae NGC 6826, 6543 and 7027. The goal is to detect a halo around these objects. The reduction of NGC 6826 has been completed, and to a level of 0.07 mJy no halo emission has been detected. Reduction of two other fields has reached an advanced stage.

3.2.4. Extragalactic Research

Extragalactic studies have again been the major research theme of Foundation astronomers. Much of this work has as its goal the improvement of our understanding of certain classes of objects, and this is often accomplished through detailed investigations of individual sources. The objects studied range from relatively nearby galaxies of low intrinsic luminosity, to some of the most distant and powerful active sources known. 1986 saw increased use of the new facilities offered by our La Palma connection, although work with the Westerbork Telescope continues to play a central role. We are now beginning to see the fruits of the recent investments in new WSRT hardware - DCB, DXB, 92 cm and the high dynamic range offered by full redundancy.

3.2.4.1. Quasars and Active Nuclei

Schilizzi completed a paper discussing VLBI observations of 3C119 done jointly with C. and R. Fanti (Bologna) and R. Spencer (Jodrell Bank). This source belongs to the category of compact steep spectrum (CSS) objects, and exhibits complex structure on VLBI scales. In a follow-up to this effort, Schilizzi and Nan Rendong (visitor to Dwingeloo from Beijing Observatory) have been analyzing 18-cm VLBI data. They are attempting to use the Caltech VLBI package Maximum Entropy routine on data which includes US network observations of 1976, MERLIN observations from 1982 and 1983 EVN measurements with as their goal the confirmation of the spiral-like structure apparently detected using a standard CLEAN.

Work on other CSS sources was carried out by T. Venturi (summer student from Bologna) under Schilizzi's guidance. Schilizzi has also continued analysis of the 3C236 VLBI data set.

Foley continued his research on polarization VLBI. The total intensity data on 4C39.25 show it is a good point source, for resolution of the European VLBI Network at 6 cm (about 5 milliarc-seconds), so it was fairly simple to model the polarization behaviour and remove the large instrumental effects found. The other source studied, 3C84, is a double (approximately 8 milliarcseconds long in position angle -2°) so its analysis did not prove so straightforward, but in the end satisfactory maps were made which

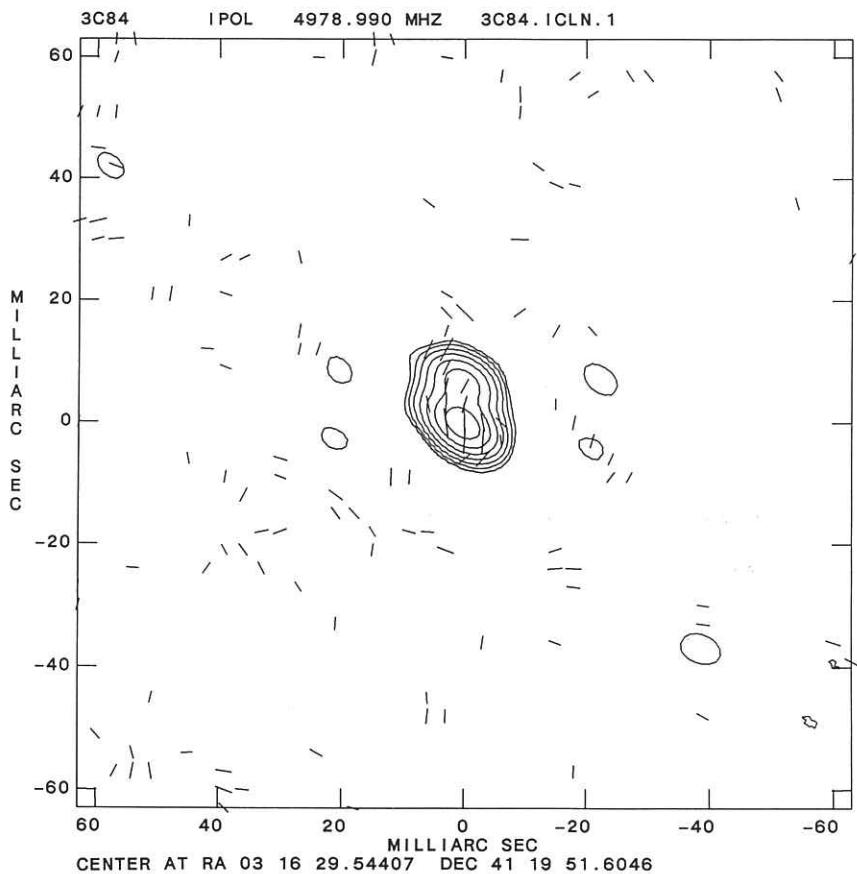


Fig. 3.2.3.

A VLBI map of 3C84 made with the EVN at 6 cm. Contours have been drawn at levels of 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 64% of the peak brightness (31 Jy/beam). The longest vector corresponds to a brightness of 0.14 Jy/beam, or a degree of polarization of 0.5%.

Een kaart van 3C84 gemaakt met het EVN op een golflengte van 6 cm. Contour waarden bedragen 1, 2, 4, 8, 16, 32 en 64% van de piek helderheid (31 Jy/bundel). De langste vector correspondeert met een helderheid van 0.14 Jy/bundel, of een polarisatie graad van 0.5%.

show the well-known N-S double structure (Figure 3.2.3). From these maps it is clear that none of the components is polarized down to the 1% level.

With P.D. Barthel (Caltech) Foley began work on a paper on 3C245. They now have MERLIN (18 and 74 cm) maps and a high dynamic range global VLBI map. This source is interesting in that it combines many of the features of a flat spectrum core-dominated source (perhaps even superluminal motion - D. Hough (Ph.D. thesis, Caltech)) but it has a triple structure. The core is also steep spectrum ($\alpha = -0.5$), but varies and it seems to be composed of a strong jet with an (approximately equal) very compact component at $\lambda = 6$ cm. The MERLIN and VLBI maps both show a jet pointing westward, but the overall misalignment is about 10° . The VLBI jet seems to be one-sided (at a ratio of about 200:1) but the larger scale MERLIN structure shows the source is two-sided, although the eastern side is noticeably more extended and has a steep spectrum. We are still far from understanding this object, but Barthel hopes to get some spectroscopic observations at Palomar, in an effort to try to relate the BLR properties to the VLBI structure in this unusual quasar.

Foley put the final touches to his VLA survey of compact sources, and an article was ready for publication at the end of the year.

De Bruyn continued the search for rapid, intra-day, variability in extragalactic radio sources. The source 0J287, which showed hourly variability in 1985, was the subject of a new series of observations in October 1986. Simultaneous observations were made at the VLA by J. Dreher and J. Roberts (MIT) for a total of two times 5 hour overlap. The WSRT observations were extensively calibrated using non-variable sources. Preliminary analysis of the new WSRT data reveal variability at the same level as seen in 1985. A VLA-WSRT comparison at possibly sub-percentage levels will be made next year. The variations seen thus far imply extraordinarily small sizes and therefore very large brightness temperatures. Ways to explain these are being investigated.

The data have also been analysed for atmospheric and instrumentally induced variations. The telescope pointing, it was discovered, is far from optimum and may have been the limiting factor in the accuracy of the 1986 observations. Problems were also discovered with the noise-source based gain correction procedure.

De Bruyn reduced 92-cm line observations of the quasar 3C196 taken in April 1986. The purpose of these observations is to search for stimulated emission or absorption of the quasar radio continuum by ionized gas in the disk of an intervening spiral galaxy at a redshift of 0.436 (the quasar is at $z=0.871$). The search was made at the frequency of the hydrogen and carbon recombination lines (240 α) at 329.1 MHz. The data reduction was fully done in the UV-plane using 3C295 and 3C123 as bandpass calibrators. The data were of less than optimum quality and a new

observation was done in August 1986. The new data have not yet been reduced. In the April data no lines have been detected to a 3σ -level of about 1 part in 2000, representing a spectral dynamic range of 6000:1. The lack of a detection is possibly connected to the fact that only a small part of the radio source is being occulted by the intervening galaxy, reducing the line optical depth by an order of magnitude. This project is in collaboration with K. Ananthamariaiah (VLA) and P. Shaver (ESO). In another project on extragalactic recombination lines De Bruyn in collaboration with P. Shaver (ESO), used the broad-band backend (DCB) at 5 GHz to search for stimulated emission and absorption in quasars with compact, bright radio cores. Such radio lines can be produced in the thermal gaseous envelopes of the quasar nuclei and evidence for their detection was presented many years ago by groups using the Effelsberg and Algonquin dishes. Although the DCB bands (8 x 5 MHz, adjacent) are rather broad for this type of work, the excellent band-to-band stability of one part in 2000 found in initial tests should be sufficient for the detection of the broad lines apparently seen by previous observers.

Although the quality of the data was good, a band-to-band stability of more than 1000:1 usually being achieved, there is a worrying lack of agreement between the many scans that were taken of the half a dozen sources and calibrators. Research into the possible causes of this erratic instrumental behaviour had not yet been concluded by the end of the year. A large part of the data reduction was done by summer-student G. Hennesy (Socorro).

De Bruyn continued, at a low level of involvement, work on optical spectroscopic studies of the line profiles of Seyfert 1 galaxies and quasars in a joint effort with G. Stirpe (Leiden) and E. van Groningen (ESTEC). Accurate profiles of H α and H β in Seyferts as well as quasars reveal velocity-dependent line ratios. In nearly all cases the H β /H α ratio is significantly larger in the high-velocity wings of the profiles which is interpreted as a density effect: higher density regions must have a higher velocity. This is consistent with gravitational models, such as rotation, for the origin of the line broadening. With E. van Groningen he continued working on several articles describing CaII line emission and broad wing emission in samples of Seyfert galaxies.

3.2.4.2. Radio Galaxies

a. Clusters of galaxies

De Bruyn continued work on extensive data sets at 327 MHz of which preliminary results were presented in last year's report. The full set of narrow band (0.3 MHz) channels of the Perseus cluster have now been reduced. These have improved the S/N by about a factor two and show that large sections of the cluster are filled with diffuse emission. In order to set limits on the spectral index of the diffuse emission in the cluster and in the newly

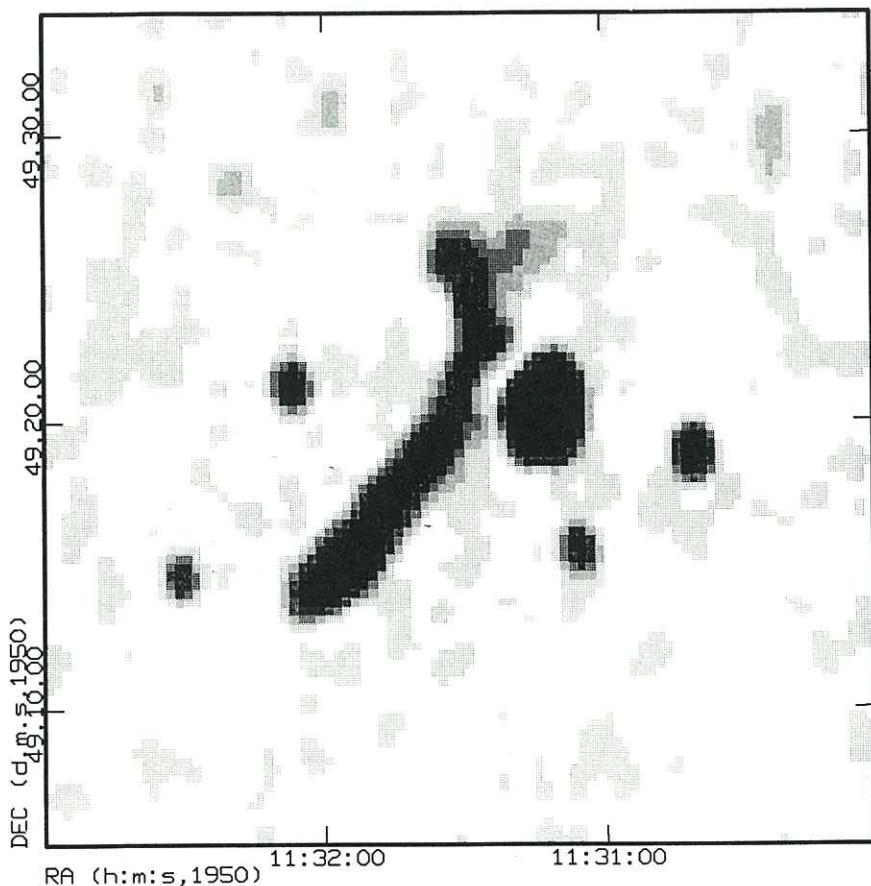


Fig. 3.2.4.

The centre of the cluster Abell 1314, clearly showing the long radio tail source IC 711. At the northwest end several abrupt bends are visible, the last weak extension giving the source a length of fully 1 Mpc.

Het centrum van de cluster Abell 1314, met het lange radio staart stelsel IC 711 duidelijk zichtbaar. Aan het uiterste eind (rechts boven) zijn enkele scherpe bochten zichtbaar; het laatste zwakke uitsteeksel geeft het object een lengte van 1 megaparsec.

discovered curved tail of 3C83.1A (NGC 1265), an old (1980) observations at 610 MHz was re-calibrated using the new much more powerful software. Comparison of the 610 and 327 MHz maps shows that the spectral index in the tail of 3C83.1A reaches values between -1.5 and -2, and possibly even steeper. New, much more sensitive observations at 610 MHz will be obtained in 1987. In the mean time the available results are being prepared for publication, in collaboration with W.N. Brouw and G.K. Miley (STScI).

Strom and J.P. Vallée (Herzberg Institute, Ottawa) have observed the giant tail source associated with the galaxy IC711 using the WSRT at 92 cm. The new map shows that the tail extends for fully 1 Mpc, with weak emission beyond the end found in the earlier 49-cm maps (see Figure 3.2.4). The cause of the abrupt bends observed near the end are a matter of speculation, but the general decline in synchrotron emissivity agrees well with a new numerical simulation, which treats the tail as accelerated electrons deposited in the cluster medium, and left behind by the fast moving galaxy, IC711.

b. Isolated radio sources

Strom has worked on the interpretation of the polarization observations done with W. Jägers (Leiden). By comparing the radio depolarization at a distance of about 100 kpc from the galaxy with X-ray estimates of electron density at about 10 kpc, one can conclude that large early-type galaxies are surrounded by extensive gaseous haloes in hydrostatic equilibrium. The densities are consistent with total masses for the galaxies of several times $10^{12} M_{\odot}$. An article describing this work, based on earlier drafts, is almost complete.

In collaboration with K.J. Johnston (Naval Research Laboratories, Washington D.C.) and others, Strom has reduced observations of the extended structure of 1928+73, a quasar with a dominant flat-spectrum component. This source is especially intriguing because it displays superluminal motion and has an outer double structure extending for at least several hundred kpc. Moreover, the inner (VLBI) and outer structures are quite well aligned, so that standard explanations of the superluminal motion in terms of components moving nearly along the line of sight imply extremely large overall dimensions for the outer structure. This work has been submitted for publication.

Strom also devoted some effort to reduction of high dynamic range WSRT observations of extragalactic sources. This included 49-cm observations of very compact sources, many of which show adjacent, weak, components; this work is being done with C. Schalinski, P. Biermann (Bonn) and Johnston. Reduction of some of the unidentified 3C sources, work being done with H. Spinrad (Berkeley) and others, has also continued. It is hoped that some of the new DCB 6-cm data obtained this year may be of sufficient quality to permit detection of the weaker nuclear components.

c. Source surveys

Another project at 327 MHz concerns the so-called Deep Survey fields at 1227+66°5 and 1258+65°. This data set is being analysed by M. Wieringa and P. Katgert (Leiden), R. Sancisi (Groningen) and De Bruyn. The latter concentrated on the self-calibration of the two times 14 narrow-band (0.156 MHz) data sets. Because the S/N per UV-data point in the narrow-band data is only about 4 the self-calibration required a complex solution which eliminated the noise-induced bias in the visibility amplitudes. Use of this option, which, as all other new redundancy related software, was developed by W.N. Brouw, significantly improved the gain solution. As a result thermal noise limited maps could be made of the individual line channels. The two $14 \times 512 \times 512$ data cubes, measuring $2000 \text{ km/s} \times 6^\circ \times 6^\circ$, are being searched for red-shifted emission (or absorption) of cosmologically distant HI. The limiting (6σ) sensitivity will be around $10^{14} M_\odot$.

3.2.4.3. Normal Galaxies

a. Global properties

Kennicutt (Univ. of Minnesota), Keel (Leiden), Van der Hulst, Hummel (MPIfR) and Roettiger (Univ. of Minnesota) completed their study of the global star formation in interacting galaxies. This study uses H α luminosities and equivalent widths integrated over a whole galaxy and obtained from H α imaging (Video Camera and CCD from Kitt Peak), as well as IRAS data, to measure overall star formation activity in a complete sample of interacting galaxies and in a control sample of isolated galaxies. The nuclei of these same samples were the subject of an earlier study which indicated an enhancement of nuclear or circum-nuclear star formation of a factor 2-3 for interacting versus isolated galaxies. The global star formation offers a less distinct difference between isolated and interacting galaxies. The range in star formation properties is quite large for both samples with only a moderate excess in star formation in interacting galaxies. This conclusion is the same when based on IR data insofar as available from the IRAS survey. There are, however, clearly objects in the interacting galaxy sample which have higher star formation rates than galaxies of the same morphological type in the control sample. These often appear to be members of close pairs, and a weak dependence on projected galaxy separation is present in the sample. The colours and luminosities of the galaxies with high global star formation rate, when examined in terms of current star formation models indicate that the star formation bursts are relatively short (a few times 10^7 years) and rarely involve more than 2% of the galaxy's mass. The strongest bursts probably have an initial mass function enriched in massive stars.

Skillman continued his research on the properties of dwarf irregular galaxies. During April, spectroscopic observations of

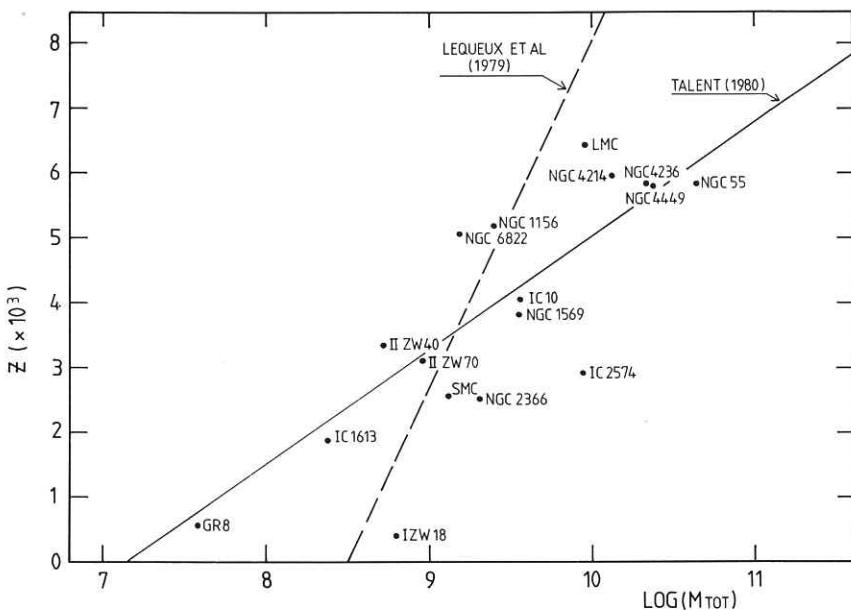


Fig. 3.2.5.

Plot of z (assuming oxygen is 45% of z by mass) vs. $\log M_{\text{tot}}$ from Talent (Ph.D. Thesis, 1980). Points for GR8 and IZW18 have been added. The dashed line is the relationship derived by Lequeux et al. (Astron. Astrophys. 80, 155, 1979) from a different sample of galaxies, while the solid line represents Talent's relationship.

Grafiekje die de verhouding tussen z (de abundantie van zware elementen aannemend dat 45% van de massa uit zuurstof bestaat) en $\log M_{\text{tot}}$, de stelsel massa, weergeeft (uit het proefschrift van Talent, 1980). Nieuw zijn de punten voor GR8 en IZW18. De lijnen geven de verhoudingen weer, gevonden door Lequeux et al. (Astron. Astrophys. 80, 155, 1979, met streepjes) en Talent.

the H II regions in the low luminosity, Local Group galaxy GR 8 were made with the IPCS on the INT at La Palma. These observations revealed an oxygen abundance of 0.025 of solar. This oxygen abundance is, within errors, equivalent to that of the lowest abundance ever measured in an H II region. The significance of this observation is demonstrated in Figure 3.2.5. This very low oxygen abundance, in combination with the very low luminosity (and mass) of GR 8 supports the hypothesis that heavy element abundances scale with total galaxian mass for dwarf irregular galaxies. This leads to a new explanation of the inability of previous attempts to find low abundance H II regions in other galaxies. One of the aims of studying low abundance H II regions is a better determination of the primordial helium abundance. The excitations of the H II regions studied in GR 8 are low, and thus a large ionization correction coefficient is necessary for deriving a helium abundance. This renders GR 8 unsuitable for the derivation of the primordial helium abundance. Nonetheless, renewed confidence in the galaxian mass-abundance relationship should speed the discovery of new candidates more suitable for the determination of the primordial helium abundance.

VLA HI observations of four dwarf irregular galaxies in the Virgo cluster were analyzed in a collaboration with M. Murray (NFRA summer student, U. Minnesota), G. Bothun (U. Michigan), and R. Warmels (ESO). These HI observations were combined with optical surface photometry in order to: 1) search for the effects of the cluster environment; 2) derive the visible and dark matter distributions within these galaxies; and 3) study the relationship of the neutral gas to the presence of star formation. HI and stellar distributions and rotation curves were calculated. Three of the galaxies showed no obvious signs of environmental effects, while the fourth showed a relatively small HI/optical diameter ratio and steep edges to the HI distribution. While the fourth galaxy is most likely an example of a stripped galaxy, the other three support the suggestion that the population of dwarf irregulars is mainly distributed outside of the dense cluster core. By combining the stellar and gaseous mass distributions with the derived rotation curves, evidence was found for dark matter in three of four galaxies. The ratio of dark to luminous matter in these three galaxies is roughly 1:1, as in spiral galaxies. One of the galaxies, with an extremely low central surface brightness ($B(0) > 24$), shows a region of HI surface density of 5×10^{20} atoms/cm², and yet no signs of massive star formation. The absence of star formation may be due to an extremely low abundance (and therefore low dust/gas ratio).

Van der Hulst and Appleton (Univ. of Iowa, now Lancashire Polytechnic, Preston, UK) studied part of the HI envelope of M81 using the WSRT. The region observed covers the gas concentration called the SW cloud, between M81 and NGC 2976 (Figure 3.2.6). Most of the HI is concentrated in a long filament which has the character of the tidal debris found in other regions of the HI around

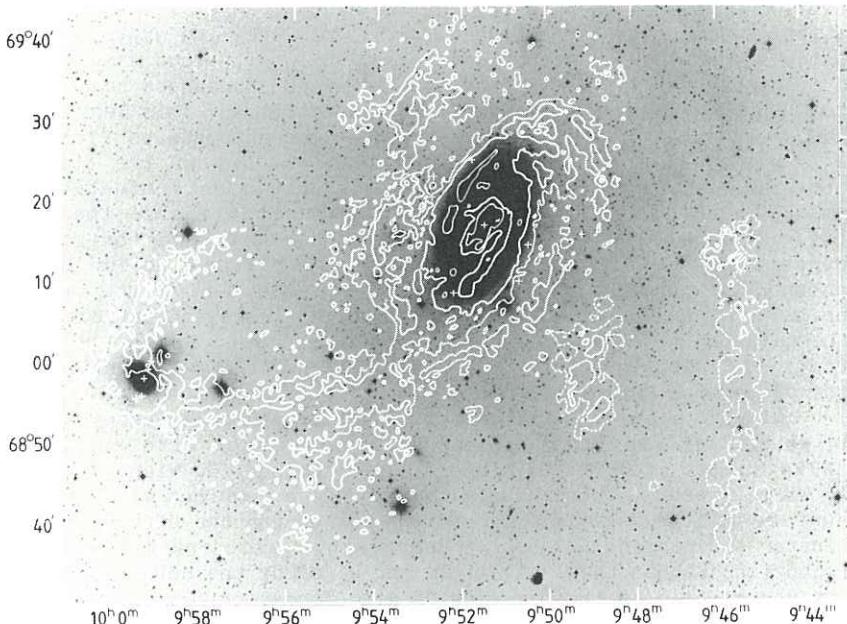


Fig. 3.2.6.

Distribution of neutral hydrogen around M81 and its companion galaxies. A new observation revealed further filamentary structure in the tidal debris west of M81 and is the first of four observations geared toward mapping the structure of the gas envelope around M81. The small cloud west of the long filament is counter rotating and could be a dwarf galaxy.

De verdeling van het neutrale waterstofgas rond M81 (NGC 3031) en zijn begeleider stelsels. Het zich ver buiten het stelsel bevindende gas is daar terecht gekomen als gevolg van getijdenwerking tussen de melkwegstelsels. De nieuwe waarnemingen betreffen het lange filament ten westen (rechts) van M81 en zijn een begin van het kartieren de structuur in de gasverdeling rond M81. Het kleine gaswolkje rechts naast het filament roteert sneller dan en tegenstelt aan het filament en is vermoedelijk een dwerg stelseltje.

M81 and its satellite galaxies. Most interesting is a small concentration of HI close to the filament which rotates in a direction opposite to that of the filament. This compact HI feature has a HI mass of about 4×10^6 M_⊙ and a virial mass of 2×10^7 M_⊙. The origin of this HI concentration is unclear at present.⁹ It is unlikely to be a gravitationally collapsed part of the tidal filaments, since the free-fall timescales are longer than the estimated lifetime of the tidal debris itself. Another, speculative, possibility is that this object is a HI rich dwarf galaxy.

Hummel, van der Hulst and Keel completed their study of the central region of the barred spiral galaxy NGC 1097. The radio and H_α emission they observed is concentrated in a ring of active star forming regions. This ring, if in the plane of the galaxy, is an ellipse with a 1.6 kpc major axis perpendicular to the bar. This ring feature is also prominent at 10 μ and in general prominent at most wavelengths. Other galaxies exist with such rings, though the one in NGC 1097 is the most luminous, requiring a star formation rate of $5 \text{ M}_\odot \text{ yr}^{-1}$. The non-thermal emission is quite consistent with this⁹ star formation rate assuming most of the emission is from supernovae. The nucleus of NGC 1097 has a synchrotron self-absorbed compact radio source. The optical spectrum also suggests that a compact power-law source ("liner") is present.

b. Constituent parts

Van der Hulst continued his collaboration with Sramek (VLA) and Weiler (NRL), monitoring young supernovae in nearby galaxies. The known radio supernovae SN1979C in M100, SN1980K in NGC 6946 and SN1981K in NGC 4258 are slowly fading while new supernovae have not yet been seen, despite an increased effort to detect young supernovae. A major publication on the results spanning the years 1979 to 1985 appeared this year.

De Bruyn is involved with three projects involving VLBI-studies of young, very radio powerful, extragalactic supernova remnants. The source in NGC 4449, thought to be the remnant of a SNR aged 100-200 years, was observed at 21 cm using Mark III (56 MHz band) equipment at 5 stations of the EVN in December 1986. Even though the SNR is only about 14 mJy strong, strong fringes were detected on the sensitive Effelsberg-Jodrell-Westerbork triangle. Using global fringe fitting it is hoped to pick up fringes on the less sensitive, longer, baselines as well. This will be tried, in collaboration with E. Skillman and J.M. van der Hulst, in early 1987.

With P.N. Wilkinson (Jodrell Bank), De Bruyn is studying the brightest of the compact nonthermal radio sources in the heart of M82. An EVN Mark III 6-cm experiment done in October 1985 produced a very nice map of the source, known as 41.9+58, which leaves little doubt that we are dealing here with a SNR. The next step is to map the source using a global array at 18 cm.

SN1986j in NGC 891 is the subject of an investigation by all members of the Astronomy Group.

WSRT 6-cm and 21-cm radio continuum observations of the nearby dwarf irregular galaxy IC 10 were combined by Skillman in order to search for the presence of supernova remnants. In addition to a nonthermal point source SNR candidate, a very large ($> 1'$), diffuse nonthermal region was discovered. Although the distance to IC 10 is uncertain, the diffuse source is a minimum of 300 pc in size. It is suggestive of a super bubble being blown by one or more SNRs. A recent INT optical spectrum has shown enhanced [S II] emission in the bubble, supporting the SNR conjecture. The radio continuum data are being compared to WSRT HI observations made by S. Shostak (Groningen). The brightest radio continuum features sit on the edges of the strongest HI concentrations. However, interaction of the SNRs with the HI is difficult to study because the HI velocity field is chaotic across the whole galaxy.

In collaboration with U. Klein (Bonn), Skillman has investigated the nonthermal radio continuum of blue compact dwarf galaxies (BCDGs) via WSRT 92-cm observations. Pilot observations of 2 BCDGs were made to add to existing Effelsberg and VLA measurements. One BCDG, IIZw70, showed a relatively flat spectral index from 2 to 21 cm, but a spectral index of about -0.6 between 21 and 92 cm. Now that the nonthermal emission has been found, the next step is to try to determine if the emission is attributable to a nonthermal disk (as in spiral galaxies) or the contribution from supernova remnants. A second object, MRK 209, was not useable because of a previously unidentified background confusion source.

Skillman also continued work on giant extragalactic H II regions. In a collaborative project with R. Terlevich (RGO), TAURUS observations of NGC 604 were made in the H α and [O III] $\lambda 5007$ emission lines. Because of the power of the TAURUS instrument and the combination of good seeing, good velocity resolution, and observations in both recombination and forbidden lines, these new observations have, for the first time, revealed a coherent picture of this often studied nebula. The effects of individual supernovae and groups of Wolf-Rayet stars can be deconvolved from the global system of relatively narrow line filaments, and are found to be relatively unimportant. A surprising result is a strong anti-correlation between line width and surface brightness in both emission lines. This means that the broad global profiles, which consist primarily of the light from the high surface brightness filaments, must derive their large line widths from the relative motions of the narrow line filaments. However, even the relatively narrow line features show line widths much broader than in normal H II regions, and remain difficult to explain. All regions of very broad lines (FWHM > 80 km/s) showed low excitation, pointing to the important role of non-radiative excitation mechanisms in these regions.

Van der Hulst, Kennicutt (Univ. of Minnesota) and Crane (VLA) completed their study of the properties of the HII regions in M51 using VLA radio data, H α surface photometry from Kitt Peak and spectrophotometry from Mt. Lemmon. The physical properties of the

HII regions are quite normal and place them between the large, evolved HII regions in our own Galaxy and the giant HII region complexes in M101. The radio luminosity function of the HII regions is quite similar to the H α luminosity function as has also been found for M33 and M81, with very similar slopes. The extinction towards the HII regions can be measured using the radio and H α data and appears to be quite variable, ranging from 0.5 to 4 magnitudes with a very weak dependence on galactocentric radius. For 11 HII regions the extinction also has been measured from the Balmer decrement. These extinctions are only slightly smaller (on average by ~0.6 magnitudes) which can be fully understood if the dust around the HII regions is very patchy with small, very opaque clumps as proposed for the LMC by Caplan and Deharveng.

New HI data from the VLA (obtained in collaboration with Rots and Crane (VLA) and Bosma and Athanassoula (Obs. de Marseille)) were used to investigate the gas to dust ratio. In the outer parts the gas to dust ratio is very similar to what is found in the solar neighbourhood. Toward smaller radii the gas to dust ratio decreases rapidly, probably due to an increasing fraction of molecular gas. This is also indicated by the CO emission in M51 which is very centrally concentrated.

3.3. NFRA related astronomical research at the Anton Pannekoek Institute in Amsterdam

Editor: T. de Jong.

F.J. Willems finished his doctoral thesis entitled: "Infrared Studies of Asymptotic Giant Branch Stars". Part of his work is concerned with a study of the OH/IR stars, extreme Mira variables with very thick circumstellar shells that can only be detected in the infrared and through their intense 1612 MHz OH maser emssion lines.

Since the variation of the infrared and the OH emission of these stars is correlated it is generally believed that the OH maser is pumped by infrared photons. The most probable pumping transition is a rotational line at 35 μm .

To study the maser pumping process in more detail about 100 OH/IR stars were observed at 1612 MHz with the Dwingeloo 25 m telescope during the IRAS mission in June 1983, so that we have radio and infrared data at the same epoch. This is important because the sources are variable. The results of an analysis of 28 sources in a well-defined radio-complete sample of OH stars has been finished and is presently being prepared for publication (Willems and de Jong, in preparation). The data show that the ratio of the number of 18 cm OH photons to 35 μm photons ranges from 0.034 to 0.65 with an average value of 0.22 ± 0.03 , within 1σ of the theoretically predicted value of 0.25. The pump efficiency decreases with increasing expansion velocity of the shell, probably related to the magnitude of the velocity gradient in the circumstellar shell (coherent maser pathlength).

As part of their practical training, under-graduate Astronomy students at the University of Amsterdam are participating in a long-term observing programme with the Dwingeloo 25-m dish entitled: "Main-line OH maser monitor and source watch of Mira variables". This programme was started in 1986 and aims at gaining a better understanding of the probability of the occurence and of the origin of OH main-line 1665/1667 MHz maser emission in the circumstellar envelopes of a large sample of Mira variables that have been studied in Amsterdam in the infrared (IRAS). Up to now about 30 stars have been observed two or more times. Several new OH main-line maser sources have been discovered.

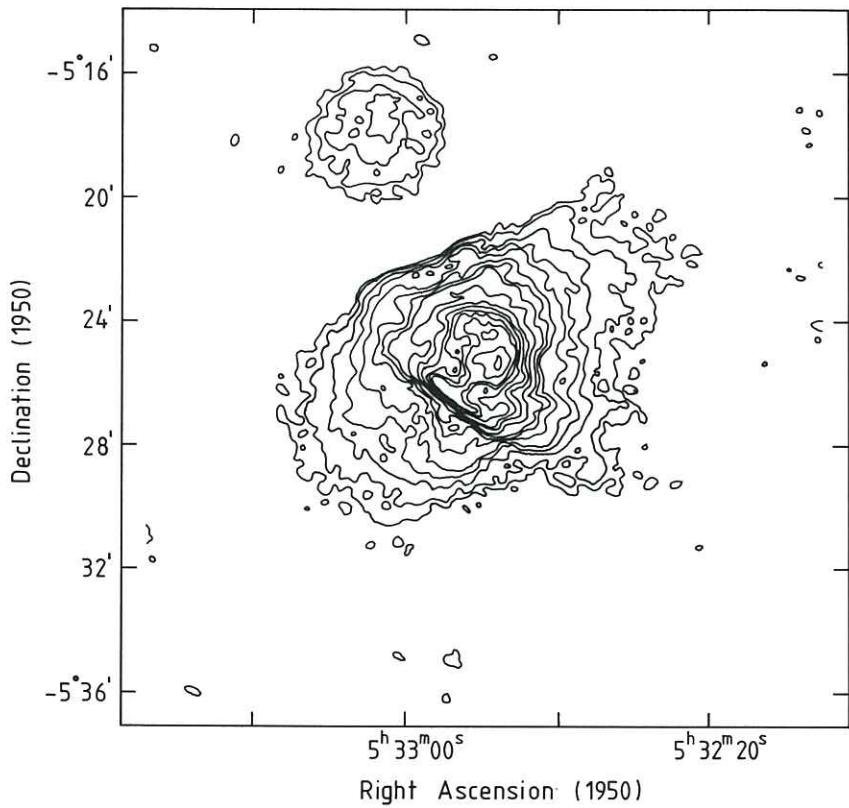


Fig. 3.4.1.

21-cm continuum map of Orion A, obtained with the VLA in the C-array. The resolution is 15 arcsec, the rms noise 10 mJy/beam. Contours are drawn at 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000 and 3500 mJy/beam. This map has been corrected for primary beam attenuation.

Kaart van de continuum straling van Orion A verkregen met de op één na meest compacte configuratie van de VLA.

3.4. NFRA related astronomy at the Kapteyn Laboratory, Groningen

Editors: Roelof Bottema and Robert Sanders

3.4.1. Galactic Astronomy

3.4.1.1. Neutral hydrogen associated with HII regions

Paul van der Werf and Miller Goss continued their study of HI near HII regions. WSRT HI data were obtained for the galactic HII complexes S252 and W3. The latter source was observed in all four polarizations, which will enable a determination of the line-of-sight component of the magnetic field in the zone of atomic hydrogen. In addition, WSRT observing time has been allocated for the study of three more complexes: S162, S206 and W58. Observing time has also been allocated at the 3m millimeter telescope on the Gornergrat in Switzerland for CO observations of the peculiar galactic HII complex BG2107+49 (to complement the HI data obtained by Paul van der Werf in 1985), and at the Onsala millimeter telescope, for detailed observations of S252. Data reduction in 1986 has concentrated on BG2107+49 and Orion A. After cleaning the VLA Orion A maps using the "Multi-resolution CLEAN" technique, maps of the HI opacity at different velocities were derived. The corresponding clean continuum map is shown in Figure 3.4.1. This figure shows the presence of a large halo that envelopes the brighter ionized core with the bright bar. This halo had already been seen in H β observations by Dopita et al., but had never been detected at radio wavelengths. This even led to the suggestion that the halo is a reflection nebulosity rather than an ionized envelope. The present work shows that the previous non-detections were due to lack of sensitivity. Due to the problems in detecting the halo, the total flux of Orion A at 21 cm has never been known very well. Previous determinations were 343 Jy (Baars et al., 1965), 318 Jy (Lobert, 1977) and 360 Jy (Lockhart and Goss, 1978). In the present maps the total flux is 388 Jy. Of this total flux, 14 Jy is in M43 (the smaller HII region in the north-east), 296 Jy is in the core of M42 and 78 Jy is in the halo of M42. The difference with previous determinations is accounted for by the extent to which the halo has been detected in those observations.

3.4.1.2. Neutral hydrogen in molecular clouds

Van der Werf and Goss's reduction of the VLA HI self-absorption data on the dark cloud L134 is near completion. A similar study is underway of the dark cloud L1551. For this project, VLA (D-array) HI data are combined with HI data obtained at the Dominion Radio Astrophysical Observatory, in collaboration with Peter Dewdney (DRAO, Penticton), Paul Vanden Bout (NRAO, Charlottesville)

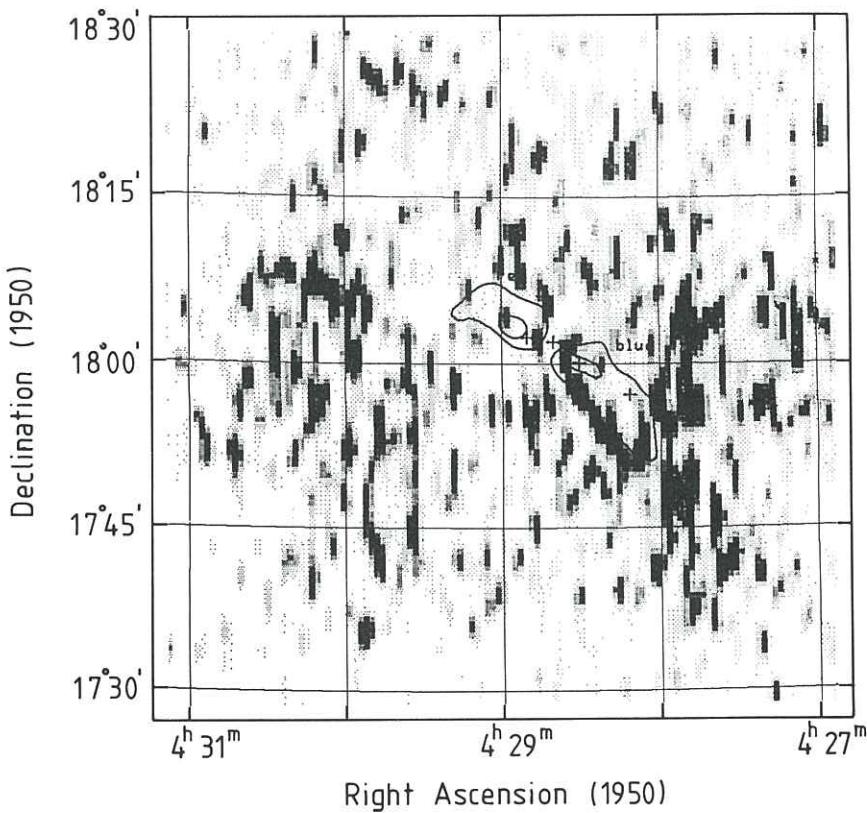


Fig. 3.4.2.

HI channel map at a velocity of 2.6 km/s (blueshifted CO as contours), obtained at the Dominion Radio Astronomy Observatory, Penticton, Canada, using baselines between 10 and 600 m. The map has a resolution of $1' * 3.2' (\alpha * \delta)$.

Een met de Canadese DRAO synthese telescoop verkregen 21 cm lijn kaart van de donkere wolk L1551 bij een snelheid van 2.6 km/sec. De contouren geven de positie van CO gas aan.

and Lorne Avery (NRC, Ottawa). The resulting dataset will be complete in all spatial frequencies up to the longest baseline of the D-array of the VLA, which is necessary for a good determination of the background emission profile. A channel map of the DRAO data (containing baselines from 10 up to 600 m) is shown in Figure 3.4.2. A clear filament of HI is visible along the periphery of the blueshifted CO. This HI originates from molecular hydrogen that has been photo-dissociated (assuming a model where the shock at the edge of the flow produces UV-radiation), or collisionally dissociated by the shock of the molecular flow. This map is the first direct HI detection of the interaction of bipolar flows with the ambient medium and shows the potential of this kind of observation. The addition of the VLA-data will provide even more sensitivity on small scales.

3.4.1.3. Planetary Nebulae

A. Central stars.

A1. The program begun several years ago to measure the magnitudes of faint central stars continued this year with observing being done with the Anglo-Australian telescope, various ESO telescopes and the La Palma 2.5 m telescope (INT). The program involved a cooperation between Imperial College London (Ken Reay, Nick Walton), ESO (Roel Gathier) and Groningen (Stuart Pottasch). The measurements are important for the determination of the stellar temperature, and are not trivial because of the presence of strong nebular emission. It has been possible to measure at least 30 faint stars in the course of this program, and to show that previous measurements listed in the literature are often wrong, sometimes by as much as 5 magnitudes. This is because the techniques used by previous observers were not able to take proper account of the nebulae radiation in small nebulae. The present technique uses a narrow band filter to eliminate nebular line emission, together with a sensitive CCD two-dimensional detector. The hottest known star, that exciting NGC 7027, was definitely observed from La Palma. It has a surface temperature of about 500,000 K. It was impossible to find two other potentially hot stars down to the 21 magnitude.

A2. As a result of the extensive program to determine distances in the past several years (Gathier, Pottasch, Pel and Goss) and the possibility the above program has given to determine the temperature of the central stars, Gathier and Pottasch have begun a discussion of the position of these stars on the HR diagram. The work is advanced enough that a draft publication has been written and several conclusions may be drawn. Firstly, the distribution of luminosities is what is predicted by a theoretical core mass-luminosity relation if the stellar masses vary between 0.5 and 1 M_{\odot} . Secondly, the nitrogen and helium abundances in the nebulae

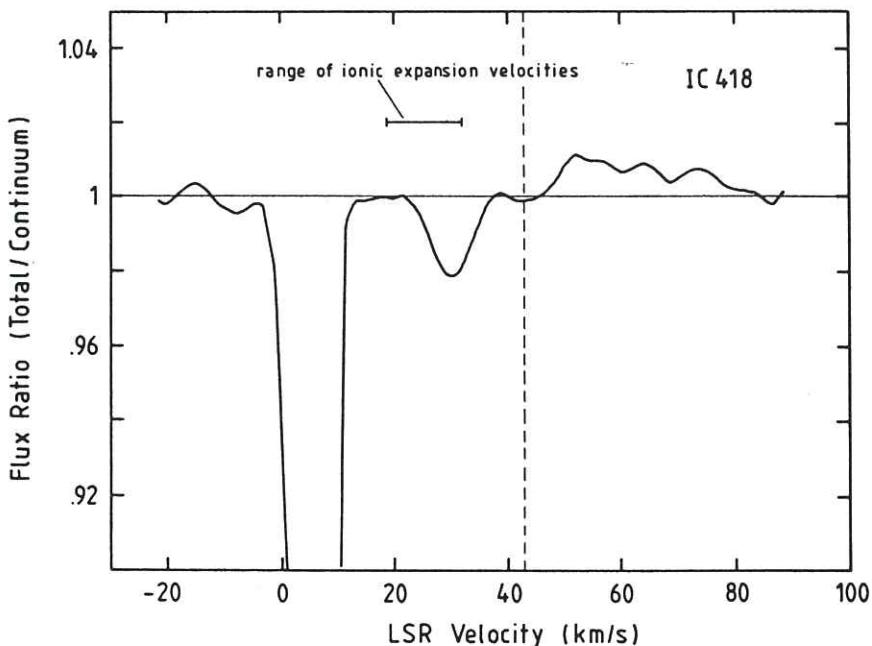


Fig 3.4.3.

The neutral hydrogen spectrum in the direction of the planetary nebula IC 418. The dashed line marks the systemic velocity, and the solid bar shows the range of blue shifted velocities observed in the ionized nebula. The strong absorption feature at $V_{\text{lsr}} = +5 \text{ km/s}$ is due to interstellar HI.

Spectrum van neutraal waterstof in de richting van de planeetaire nevel IC 418. De sterke absorptie lijn wordt door het interstellaire medium veroorzaakt. De stippellijn markeert de radiële snelheid van IC418, het horizontale lijntje de snelheden van het expanderende geïoniseerde gas.

are always high for the masses greater than $0.75 M_{\odot}$. Thirdly, the theoretical lifetimes calculated for the evolution of the nebulae must be wrong by a substantial amount. Fourthly, the conclusion stated in the literature that the central stars have an extremely narrow mass range (0.55 to $0.57 M_{\odot}$) is wrong.

B. Radio studies

B1. The project of Bert Zijlstra, Pottasch and Carl Bignell (NRAO/ VLA) to make a catalogue containing most of the known planetary nebulae which can be observed with the VLA and are larger than a few arc seconds, is progressing well. Observations have been made now with all 4 arrays in 4 observing runs of about 20 to 30 hours, usually at 6 cm. Some 2-cm observations have also been made. Observations are still continuing in an attempt to make the maps complete and include the low intensity levels which may have a considerably larger size. This implies that often the same nebulae must be measured with two different arrays.

B2. A new project has been initiated by Pottasch, Zijlstra and Bignell, with the collaboration of Peter te Lintel (Leiden) to measure radio continuum emission from OH/IR stars, i.e. to 'discover' planetary nebulae which are also OH/IR stars. Before this project was begun, only one such objects was known. In a pilot study in Oct. 86, 2 of the 20 OH/IR stars measured were found to be planetary nebulae. A Letter is in preparation describing these results. The observations will be continued.

B3. Together with N. Ukita (Tokyo), Pottasch and Zijlstra are making CO measurements of selected planetary nebulae and protoplanetary nebulae using the Nobeyama millimeter telescope. CO measurements are also being made by K. Sahu (Paris) of the same objects using the 30 m IRAM millimeter telescope (together with Pottasch, Ukita and J.C. Pecker, Paris).

B4. Russ Taylor and Pottasch have made 21 cm neutral hydrogen observations of selected planetary nebulae with the Westerbork SRT. One of these nebula, IC 418, shows HI in emission as well as in absorption at the velocity of the nebula. The profile is shown in Figure 3.4.3. There are only a few examples of nebulae which show the 21-cm absorption line, and this is the first example of it seen in emission. A Letter has been accepted describing the results. VLA measurements of the line in this nebula are planned to study the details of the 21-cm line emission and the structure of the neutral region, which, according to the present measurements contains as much mass as the ionized region.

B5. Some progress was made in 1986 in the attempt to observe haloes of planetary nebulae by observing 21 cm continuum radiation. Three nebulae were observed; only one (NGC 6826) has been fully reduced. The outer emission is observed to some extent, but

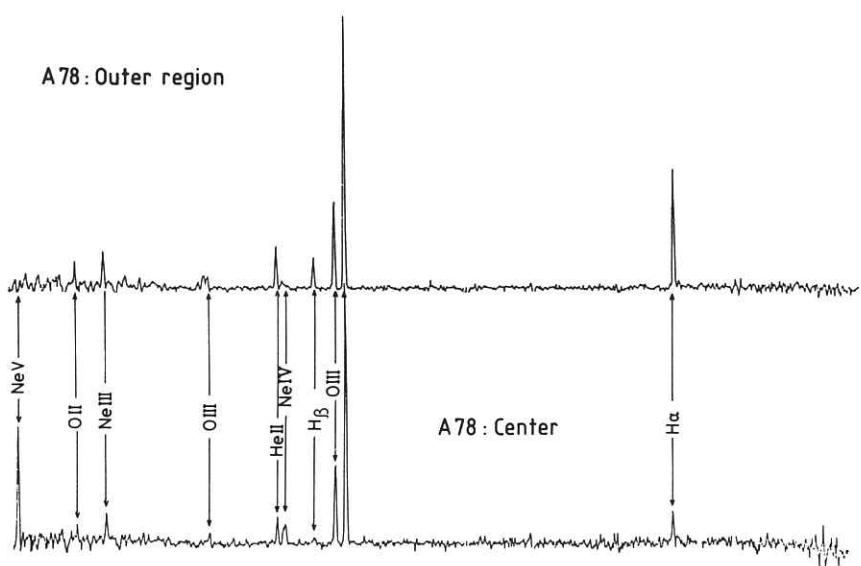


Fig. 3.4.4.

Spectrum of the planetary nebula A78: the upper spectrum taken in a region 30" SW of the centre in the outer nebula, the lower spectrum in a region near the centre. Note the weakness of H β near the centre.

Spectra in de buiten- en binnen-gebieden (resp. boven en onder) van de planetaire nevel A78. De H β lijn is zeer zwak in het centrum.

it doesn't extend as far as the optical image. A detailed comparison is in progress, to understand the origin of this extended optical radiation. This project is a cooperation of Pottasch, Titus Spoelstra (Dwingeloo) and Ulrich Schwarz with the cooperation of Walten and Reay, who are making very faint optical images in various individual lines.

B6. Further progress has been made in the program of observing IRAS sources within 15 degrees of the galactic centre with various radio telescopes at 6 cm. The sources are chosen to have IRAS colours resembling planetary nebulae. If radio emission is present this will confirm it as a PN. If it is not present the source may be an OH/IR star. Galaxies, HII regions and most stars are rejected on the IRAS colour criteria. The first series of VLA observations are being prepared for publication, while further observations with both Westerbork and the VLA have been made. This work is being done by Pottasch, Zijlstra, Bignell and Olling.

C. Abundance studies

Spectra of low surface brightness nebulae (Pottasch, Mampaso, Manchado). These nebulae have never been carefully studied before because they are so faint. With the recent development of faint-object-spectrographs their spectra can now be measured with some difficulty. There are two reasons for making these measurements. First spatial resolution can easily be obtained thus making it possible to study ionization and abundance changes with the radius of the nebula. Secondly some of the most interesting nebulae are found this way, including the only 3 nebulae known with strong abundance gradients. Two of these nebulae have been discussed in preliminary form in an IAU Colloquium Proceeding published in 1986. Figure 3.4.4. shows a comparison of the spectra in the outer and inner parts of one of the nebulae which shows clearly the large relative increase of the Balmer lines in the outer nebula. In 1986 two observing runs (one at La Palma and one at ESO) took place. It is hoped that the last observing run and the reduction will be completed in 1987 and the discussion in 1988.

3.4.1.4. Deep galactic field survey

In 1985 Russ Taylor, together with Miller Goss, initiated a deep survey of a field in the galactic plane at wavelengths of 6 and 21 cm. The observations were made in 1985 with the WSRT. The chief motivation for the project is to execute an unbiased search for stellar sources of radio emission. In addition, the source count and spectral index statistics will be used to investigate the galactic faint source population. In recent years many observers, using the high sensitivity and high resolution of present radio interferometers, have shown that a number of stars are detectable at flux density levels of a few mJy or less. Most of

these are weak or distant members of classes of stars previously known to include strong radio emitters, but some types of stars have been detected only at low flux densities. The observations made it clear that stellar radio emission is much more common than was thought only a few years ago. However, most surveys to detect stellar radio emission have taken the form of targetted observations of selected stars. This process is heavily biased by the selection criteria that comprise the observers' preconception of which stars are likely to be radio emitters. In the galactic field survey with the WSRT, this bias will be avoided by first locating all radio sources down to a very low flux-density and then determining which ones are stellar. In that way one may determine how common radio emission from stars is, what types of stars exhibit this phenomenon and what processes are involved. A survey at a wavelength of 20 cm, meant as a pilot project, was made in 1984 by Russ Taylor and Ernie Sequist (University of Toronto) with the Very Large Array of NRAO. It yielded ten possible stellar radio sources, and gave indications of the existence of a faint galactic source population as well. Follow-up observations at radio and optical wavelengths are in progress. The WSRT survey has some advantages over the VLA project. The high dynamic range of the instrument allows observation of a field in the inner quadrant of the Galaxy. Observations at two frequencies (1.4 and 4.9 GHz) will enhance the sensitivity to sources with rising spectra (thermal, or self-absorbed non-thermal sources), a population that was selected against in the VLA survey. The spectral index information will also allow a statistical discrimination between galactic and extragalactic sources, yielding a measure of the faint galactic source population. The observed field lies at a galactic longitude of 66.4 degrees and is about 1x1 degree in size. In the second half of 1986, Sjouke Kingma has started reducing the observations with the Groningen Image Processing System, GIPSY. The work will be continued in 1987 and will provide a source list down to a minimum flux density of about 0.3 mJy. Optical counterparts will be searched for on an optical survey plate. The source list will also provide the basis for a comparative study of the faint source populations in and out of the galactic plane.

3.4.1.5. The Galactic centre

The recombination line observations made by Ulrich Schwarz with the VLA at 2 cm show a ring like structure and several filaments and 'clouds' (see NFRA Annual Report, 1984). The ring with a radius of 2 pc seems to be in almost circular motion, as shown in Figure 3.4.5. The other features cannot be interpreted as orbital motions in the potential of either a massive black hole or an isothermal sphere, see Figure 3.4.6; the various symbols are explained in the captions.

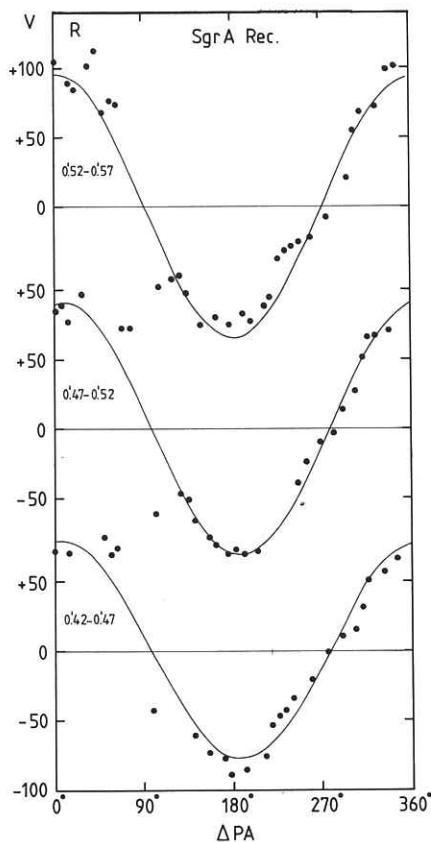


Fig. 3.4.5.

Velocities along ellipses through the ring feature near the galactic centre, for 3 radii. The velocities are averaged within the width of the ring (3 arcsec) and are plotted against the position angle measured from the major axis. The centre of the ellipses is 4°2 W and 5°6 S. of the SgrA point source; the position angle of the major axis 19°, the inclination 30°. The curves are sine functions fitted to the velocities; these sine functions indicate almost pure circular motion.

Snelheden gemeten langs 3 ellipsen door een ring structuur nabij het melkwegcentrum. De getrokken lijnen zijn sinusvormig, het geen betekent dat de bewegingen in de ring langs cirkels plaatshebben.

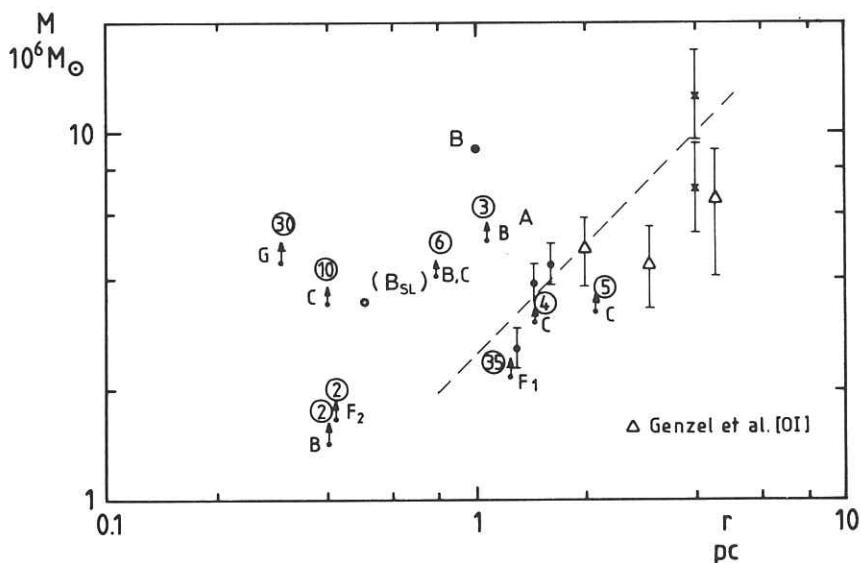


Fig. 3.4.6.
 Mass within given radius near the galactic centre. The ring in almost circular motion gives a reliable mass estimate inside its radius (3 dots with error bars). Triangles and crosses are mass estimates derived from the neutral ring as observed in lines of atoms and molecules, outside the ionised ring. The small circle labelled B_{SL} gives the estimated mass derived by Sarabin and Lacy from their model of the northern arm, based on NeII observations.
 The dots with arrows are the lowest of lower limits assuming radial or circular motion in the potential of a central mass. The incircled numbers are the minimal distances in pc that a feature (labelled B,C,F1,F2 and G) must have had to fall in a potential of an isothermal sphere (the mass is indicated by the broken line) in order to gain the observed velocity. Note that most of these distances are unacceptably large.

Schattingen van de massa binnen een cirkel met een bepaalde straal. De in een cirkelbaan bewegende ring (punten met onzekerheidsgebieden) leidt tot de betrouwbaarste schatting van de massa binnen de ring.

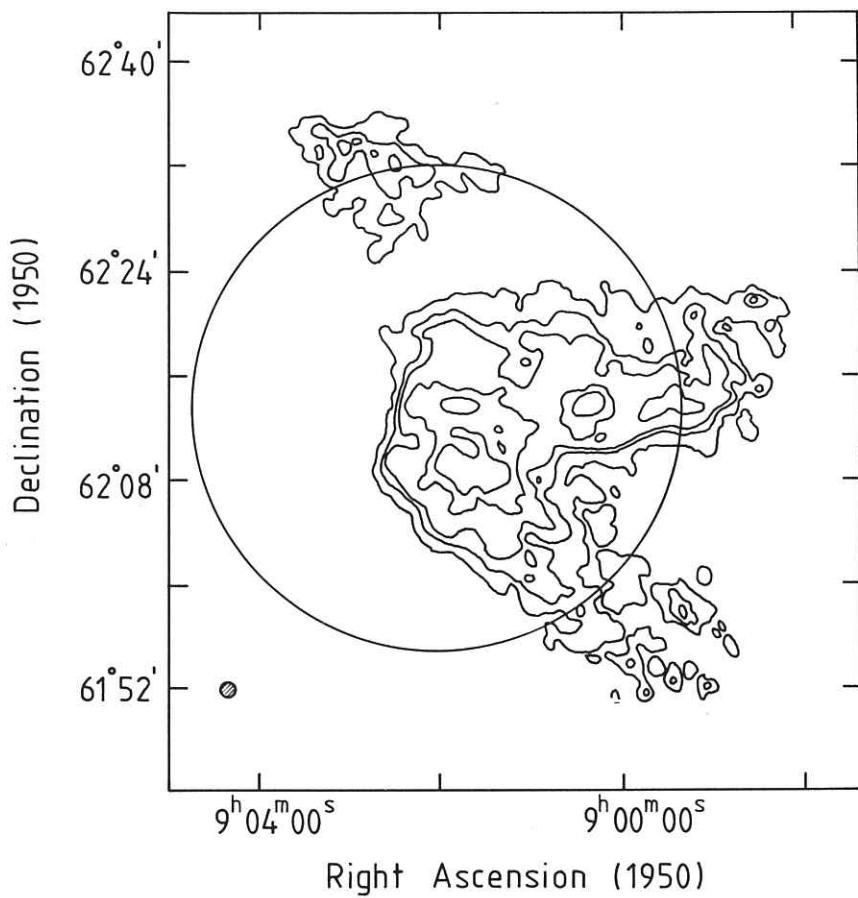


Fig. 3.4.7.

Contours of integrated intensity of High velocity Cloud AIV as seen by the WSRT at 21 cm with 1' resolution. The circle indicates the FWHM of the primary beam.

Helderheids verdeling van Hoge Snelheids Wolk AIV waargenomen met de WSRT op 21 cm met een oplossend vermogen van 1 boogminuut (kleine cirkeltje). De afmeting van de primaire bundel wordt aangegeven door de grote cirkel.

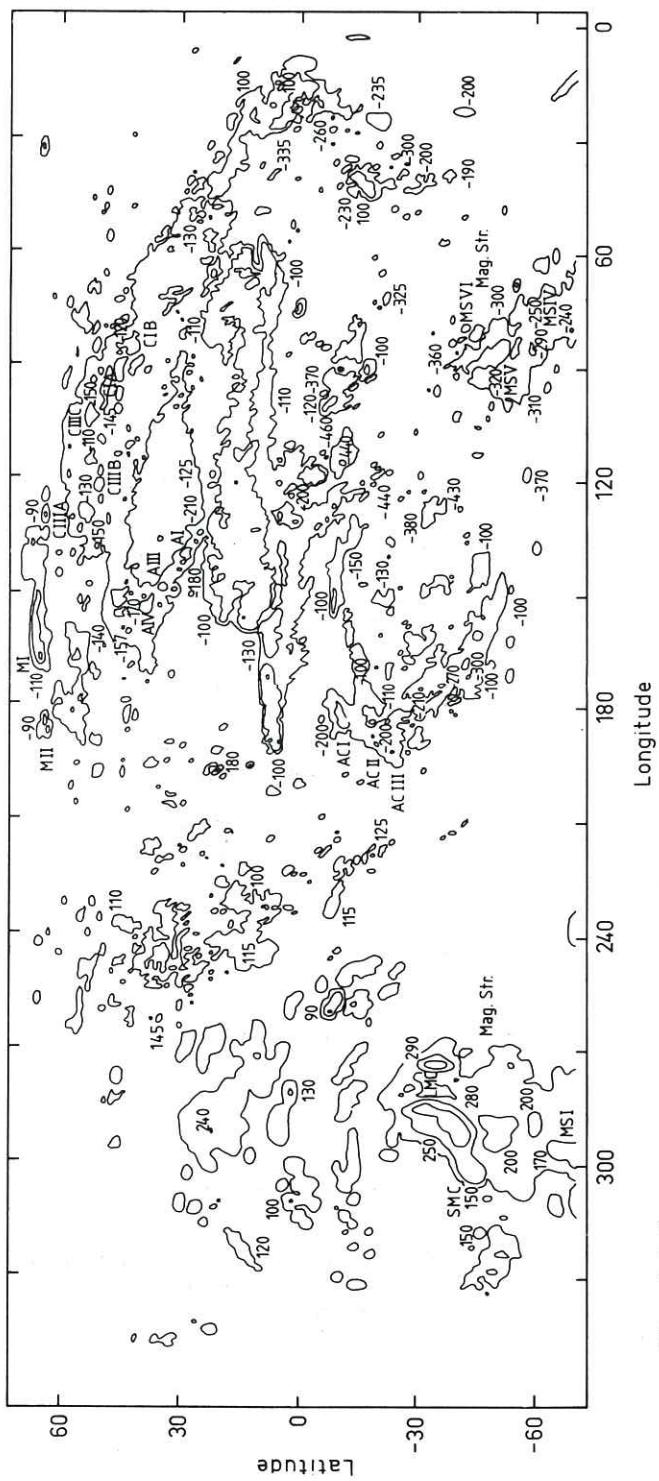


Fig. 3.4.8.

Whole-sky map of HVCs based on the Hulsbosch survey made in Dwingeloo. Where two or more HVCs were present at a single position the intensities were added. The contour levels are at 0.05, 0.8 and 2.5 K.

Overzichtskaart van Hoge Snelheids Wolken gebaseerd op de door Hulsbosch gedaane survey met de Dwingeloo telescoop. De intensiteiten van wolken met verschillende snelheden op dezelfde positie aan de hemel zijn bij elkaar opgeteld.

In September 1986 an international team (Becklin, Hawaii; Longmore, Edinburgh; Jameson and Adams, Leicester; Sandquist, Stockholm; and Valentijn) successfully observed a lunar occultation of the galactic centre with the Isaac Newton Telescope at La Palma. The occultation was recorded in the infrared, and the data allowed resolution of sources at less than $0''.1$ separation. New fine structure of the infrared sources in the galactic centre was detected.

3.4.1.6. High-velocity clouds

In his study of the small-scale structure of high-velocity clouds (HVCs) Bart Wakker completed his series of WSRT observations. Sixteen fields have been observed by now for a total of 32×12 hours of observation time. One of these fields, HVC AIV, has been analyzed in detail. Figure 3.4.7. shows the integrated intensity of this HVC. In a gaussian analysis of the line profiles observed in this field up to 6 components were found at some positions, while 4 components were not uncommon. By following a particular component from pixel to pixel one can subdivide the cloud into many subclouds. Such a procedure reveals an extremely complex substructure in this cloud, but in spite of this complexity the velocity dispersion of the components is ~ 2.4 km/s everywhere in the cloud. This would imply an upper limit to the kinetic temperature of $T=700$ K, a rather high value. If this is indeed the kinetic temperature of the HI in AIV, it lends support to those theories in which a HVC cools down from a very high temperature, for example in the galactic fountain, infall from intergalactic space, or high- z supernova remnant scenarios.

A nearly complete version of the Dwingeloo survey of the large-scale structure of HVCs made by Hulsbosch has become available this year. It was computerized by Wakker in Groningen and converted for use within GIPSY. A first version of the whole-sky map is shown in Figure 3.4.8. In connection with the Hulsbosch survey, Rolfjan Habing made some extra observations towards those directions where Hulsbosch's original data were unreliable. Furthermore he measured 6 HVC fields in Dwingeloo on a half degree grid, giving full spatial coverage and high (2 km/s) velocity resolution. Apart from the intrinsic interest of these observations they can be used to assess the influence of the limited coverage and low velocity resolution in the Hulsbosch survey. Moreover, these new observations will aid in the selection of blue-horizontal branch stars to serve as probes for determination of HVC distances.

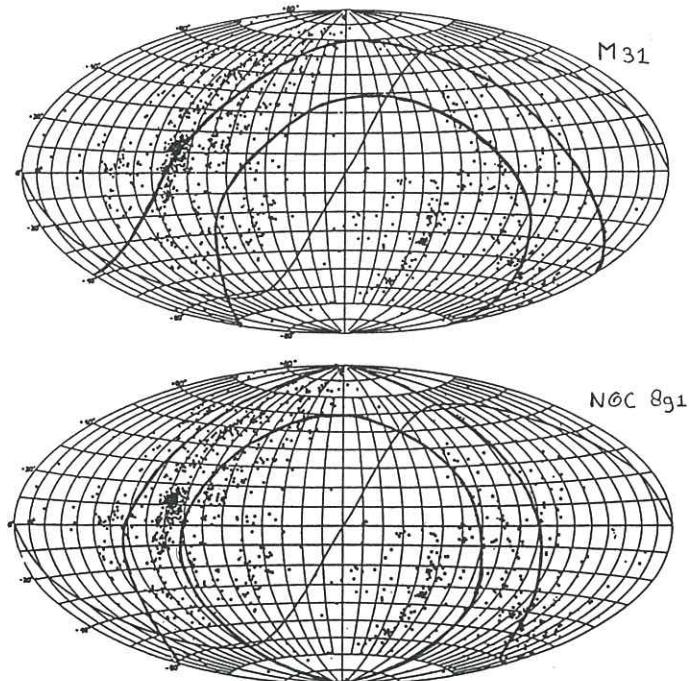


Fig. 3.4.9.

The zones of avoidance, defined by latitudes $|b| = 15^\circ$ from the "galactic" planes of M31 and NGC 891 (heavy lines). The underlying galaxy distribution is that from the Shapley-Ames catalogue showing the zone of avoidance around $b = 0^\circ$ in our own galaxy (lighter solid line). As observed from M31 such a catalogue would be different only in minute detail, while from NGC 891 the distribution observed would show the general features only. From both galaxies much of the Local Supercluster appears at low latitudes and - especially from NGC 891 - heavily obscured in the zone of avoidance. Our Galaxy's orientation with the Virgo cluster near the North Galactic Pole is extremely favourable.

De verdeling van extragalactische sterrenstelsels over de hemel vertoont een leegte rond de galactische equator ($b = 0^\circ$) als gevolg van absorptie van licht door interstellaire materie. In de figuur is met zware lijnen op breedtes van $\pm 15^\circ$ aangegeven welke gebieden van de hemel leeg zouden zijn als onze omgeving zou worden waargenomen vanuit M31 of vanuit NGC 891. Vanuit ons eigen melkwegstelsel hebben we een veel beter zicht op de lokale supercluster van sterrenstelsels dan vanuit M31 of NGC 891.

3.4.2. Extra Galactic Astronomy

3.4.2.1. Comparsion of the galaxy with external spiral galaxies

For a review given by Piet van der Kruit at the NATO Advanced Study Institute on "The Galaxy" held in Cambridge some areas of comparative exploration were discussed. Some parts of this resulted in the following new conclusions.

A. The radial scalelength of the Galactic disk. Constraints on this parameter come from the following considerations: Surface photometry using the Pioneer 10 background light experiment (5.5 ± 1.0 kpc), scalelength of the total gas distribution (no correlation with light in the similar spiral NGC 891), HI at large galactocentric distances (larger than 4 kpc), scalelength of the HII regions (4 kpc or somewhat larger), kinematics of old disk stars (4-5 kpc), extent of the stellar disk (5.4 ± 1.0 kpc). The best current value appears 5.0 ± 1.0 kpc. Comparison with the Virgo cluster spirals gives a Hubble constant of 65 ± 10 $\text{km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$.

B. The Galaxy's Hubble type. On the basis of the colour of the Galactic disk, the HII region scalelength, the (HI)gas-to-light ratio at 3 scalelengths, the CO distribution and the bulge-to-disk ratio, the most probably type is Sb. The scalelength and the central surface brightness indicate a luminosity class of II or possibly I-II.

C. The mass of the disk. Rotation curves of galaxies are currently often analyzed with the so-called "maximum disk" solution. In these models the disk by itself has in practice a maximum rotation velocity of at least 85% of that of the total rotation curve. In our Galaxy this would be 0.85×230 km/s and this gives rise to local surface densities of the disk between 135 and $200 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$ for scalelengths of 4.5 to 5.5 kpc and solar galactocentric distance 7 to 8.5 kpc. This is at variance with the dynamically determined value of $80 \pm 20 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$. There is no support in our Galaxy for a disk-halo conspiracy.

D. Comparison to other spirals. The Galaxy belongs to the brighter spirals in the nearby universe, but is in no way exceptional. Weighing the distribution of disk parameters with luminosity shows that some 10 percent of all disk stars occur in disks with scalelength larger than 4 kpc. Also important to note is that the orientation of the Galactic plane with respect to that of the Local Super-cluster is very favourable. It is only 15 degrees from face-on as seen from the Virgo Cluster and this has only a 4 percent chance of occurring. Figure 3.4.9. shows the zones of avoidance from two other prominent and nearby Sb galaxies (M31 and NGC 891) and there the prospects for extragalactic research are quite dismal.

3.4.2.2. The Kinematics of Galactic Disks

Roelof Bottema continued work on his thesis project, "Stellar kinematics in disks of spiral galaxies", which included the following major efforts:

Two observing trips were made this year. In January to ESO - La Silla were the 2.2 m telescope was used and in July to the Observatorio del Roque de los Muchachos using the Isaac Newton 2.5 m telescope. Long slit spectra with a velocity resolution of approximately 50 km/s were obtained of five spiral galaxies.

The work on the spiral galaxy NGC 5170 has been completed. It turned out that the combining of optical spectroscopy and HI synthesis observations is more difficult than originally anticipated. The main conclusion is that the stellar velocity dispersion in the radial direction at a radius of approximately 0.8 times the radial scalelength is 75 ± 15 km/s. This is considerably lower than the value of approximately 120 km/s for the spiral NGC 7184 at the same radius. This is probably due to the fact that NGC 5170 is 1.5 (absolute) magnitudes fainter than NGC 7184.

A model was fit to the spectroscopic data of NGC 3198 has been performed. It turns out that an exponentially decreasing radial velocity dispersion (with a scalelength twice the photometric) gives an excellent fit to the observed velocity dispersions and asymmetrical drift. A model with constant value of Toomre's stability parameter Q gives an unacceptable fit. The radial velocity dispersion at a radius of one photometric scalelength is 40 km/s. The analysis of the face-on spiral NGC 3938 has also been completed. In this case a z-velocity dispersion which decreases exponentially with radius is also a good fit to the data. At the radius of one scalelength the dispersion in the z-direction is about 25 km/s.

Some effort was spent to develop a new interactive method to determine stellar velocity dispersions in the noisy fainter parts of spiral galaxies. The reduction of the following galaxies was completed: NGC 891, 5161, 6215, 2613, 3059, 2815, 1566 and NGC 3223.

In cooperation with S. Shostak and P. v.d. Kruit the third of three edge-on galaxies observed in HI was investigated. This galaxy, NGC 4013, however, did not show the usual planar HI distribution, but instead the outer layers are severely warped. Not only is the warp very large and regular, but also at just the point where the gas layer becomes warped, the rotational velocity drops from 195 to 170 km/s. Even more startling is the fact that at that same radius photometry shows a sudden cutoff to the light distribution. These facts are a compelling observational evidence for a sudden end to the disk mass distribution. In order to disentangle the morphology and kinematics properly, tilted ring models have been fit to the HI gas distribution. It turns out that we appear to be observing the warp from an angle which is most favourable for seeing the large amplitude of the warp. A new

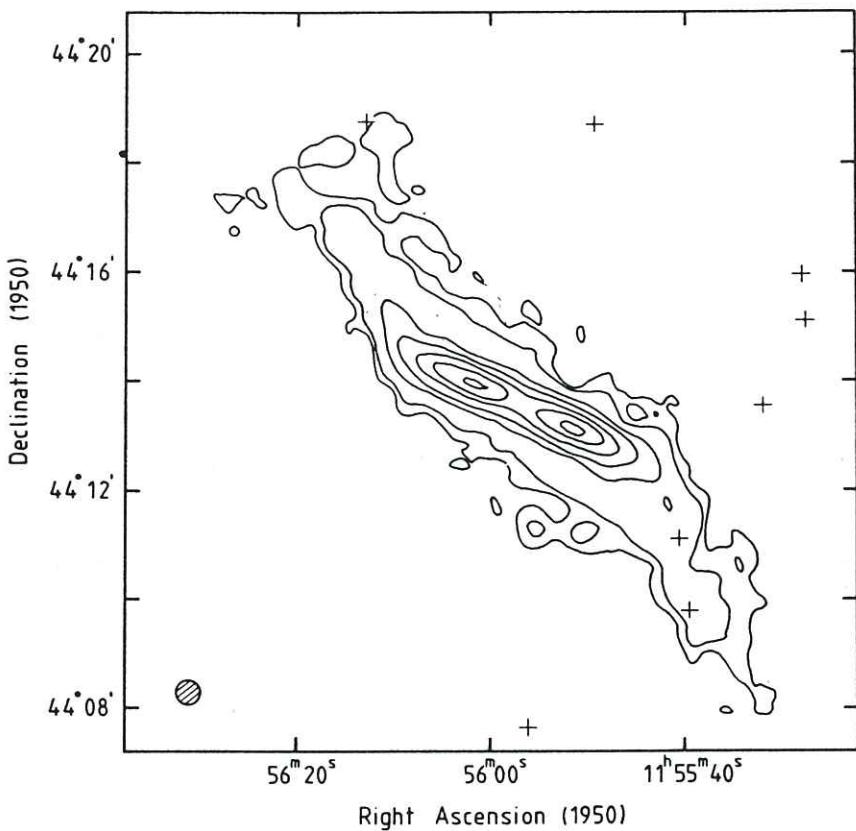


Fig. 3.4.10.

The total HI distribution of NGC 4013 as observed with the WSRT. The beamsize is 30" \times 30". Contour levels range from 1.7 \times 10¹⁹ to 3.8 \times 10²¹ H-atoms cm⁻².

De verdeling van neutrale waterstof in NGC 4013 waargenomen met de WSRT.

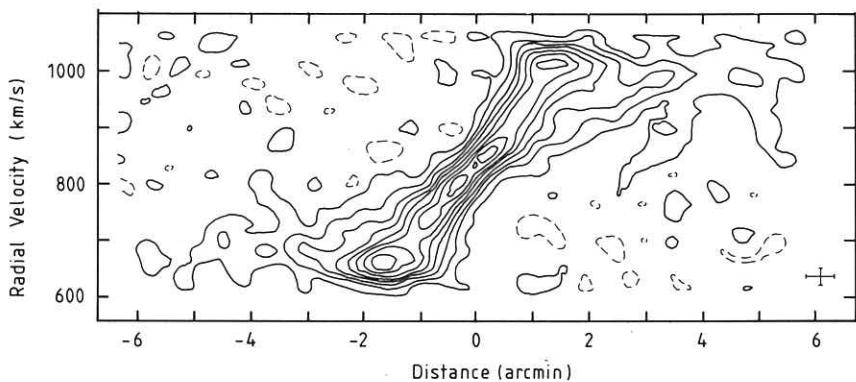


Fig. 3.4.11.

Observed l-v diagram of NGC 4013. This diagram is obtained after integration perpendicular to a position angle of 50° (major axis position angle is 66°) over the extend of the HI emission. This position angle was chosen in order to minimize the contribution of noise.

Verdeling van snelheden als functie van positie in een band met positiehoek 50° in NGC 4013. De hoofdas van het sterrenstelsel heeft een positiehoek van 66° .

observation with the Westerbork telescope for 8 x 12 hours was granted. With the longer integration time and the use of the DXB we hope to increase the signal to noise by a factor 2 to 3. Then it will be possible to make a very detailed description of the morphology, to fit a mass model to the observed rotation curve and to compare this model with the results of the analysis of the HI layer thickness. Figure 3.4.10 shows the observed HI distribution after smoothing to a beam of 30" x 30". Figure 3.4.11 gives the l-v diagram after integration of the data cube in a direction perpendicular to a position angle of 50 degrees.

3.4.2.3. Rotation curves

In 1986 Kor Begeman completed the work on two spiral galaxies, NGC 5371 and NGC 7331, observed in 1984 in the 21-cm line with the Westerbork Synthesis Radio Telescope. Both galaxies were observed previously with the WSRT: NGC 5371 by Wevers (Thesis 1985) and NGC 7331 by Bosma (Thesis 1978). The new observations should make it possible, due to the improved sensitivity of the WSRT, to derive accurate rotation curves in order to make a detailed study of the mass distribution in these galaxies. The newly derived rotation curves are shown in Figures 3.4.12 and 3.4.13: compared with earlier determinations the errors could be decreased by about 10 km/s. In these figures the luminosity profiles of NGC 5371 and NGC 7331 (determined by Wevers and Kent respectively) are shown, together with the predicted rotation curves. These rotation curves were calculated directly from the light profiles assuming a constant M/L ratio for the bulge and exponential disk. As will be clear from this comparison, the amount of luminous matter present can not explain the observed rotation curves in the outer regions. This indicates the presence of a dark dark halo. A more detailed analysis of the mass distribution in these galaxies remains to be done.

3.4.2.4. Distribution and Motions of Atomic Hydrogen in Lenticular Galaxies

The study by Wim Van Driel and Hugo van Woerden of the distribution and kinematics of HI in early-type disk galaxies is now approaching completion. A total of 15 SO galaxies, 6 SO/a and 3 Sa galaxies have been mapped in the 21-cm line; 20 of these were measured at Westerbork, 4 southern objects at the VLA. The sample includes 3 SO's in probable interaction with nearby neighbours.

Papers discussing the results on NGC 7013, 3998 and 4262 were published in 1984 and 1985. Five other papers are now in draft. In the early SO-galaxy NGC 4203 (see NFRA Annual Report 1983, page 51), the HI distribution shows an inner ring, of radius $0.4 R_{25}$, and an incomplete, inclined outer ring at $2 R_{25}$ (R_{25} is the

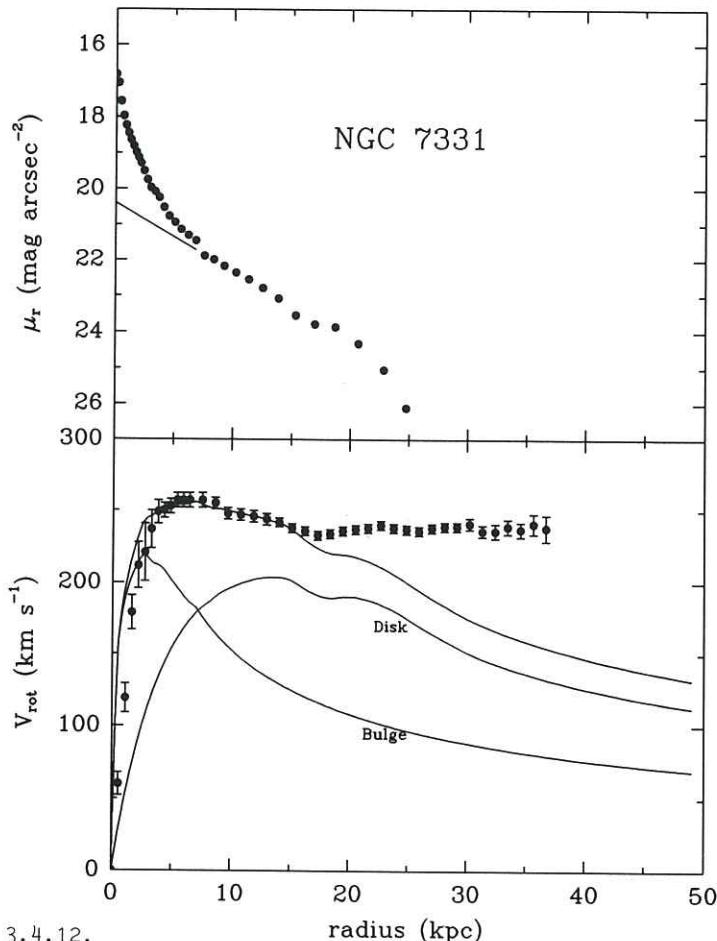


Fig. 3.4.12.

Top: Luminosity profile of NGC 5371 derived by Wevers in the F-band. The full line represents the adopted bulge component. Bottom: Observed rotation velocities compared with the rotation curves predicted from the luminosity distribution for the bulge and disk components.

Boven: Helderheidsverdeling van NGC 5371 als functie van afstand tot het centrum. Onder: waargenomen rotatiesnelheden vergeleken met de voorspelde rotatie afgeleid uit de helderheidsverdeling met aannamen over verdeling van de massa over twee componenten: een centrale dikke "bulge" en een platte schijf.

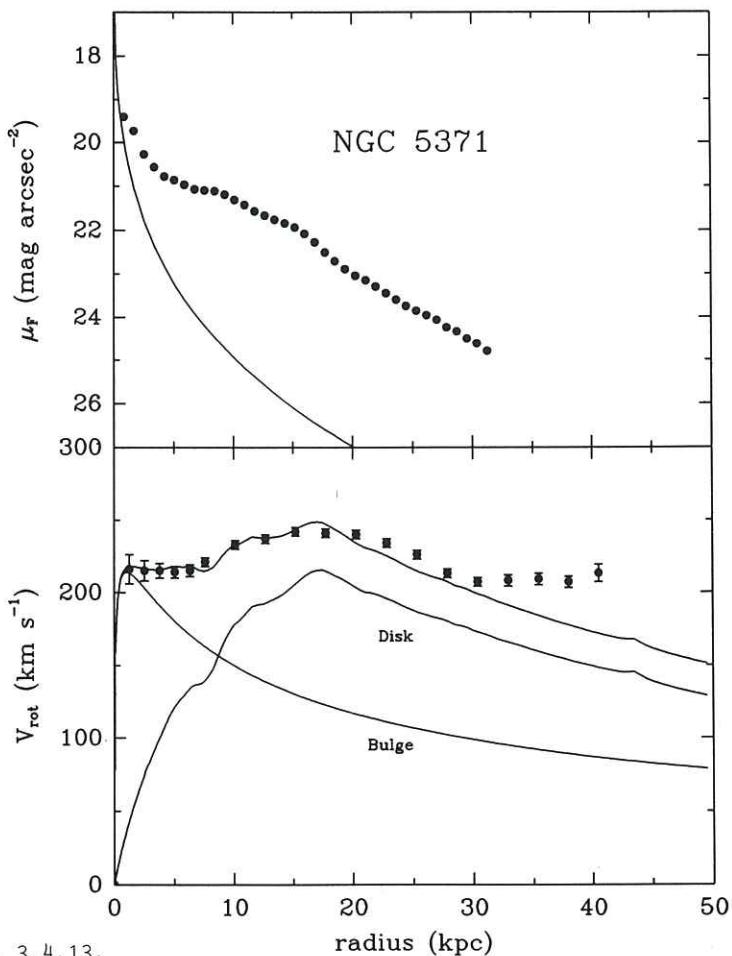


Fig. 3.4.13.

Top: Major axis luminosity profile of NGC 7331 as measured by Kent in the r-band. The full line indicates the disk component. Bottom: Observed rotation velocities compared with the rotation curve derived from the luminosity distribution, assuming a two component mass model.

Boven: Helderheidsverdeling van NGC 7331 als functie van afstand tot het centrum. Onder: waargenomen rotatiesnelheden vergeleken met de voorspelde rotatie afgeleid uit de helderheidsverdeling met aannamen over verdeling van de massa over twee componenten: een centrale dikke "bulge" en een platte schijf.

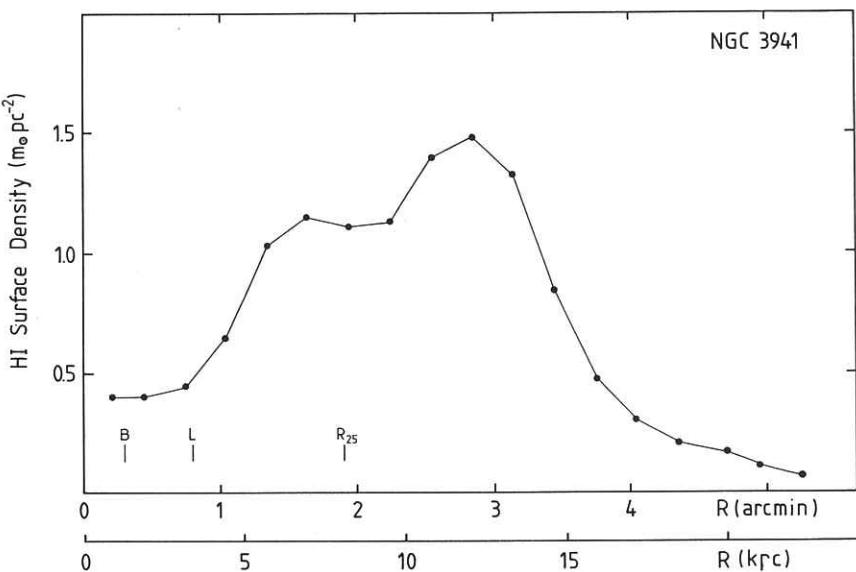


Fig. 3.4.14.a.

Average radial distribution of (face-on) surface density of HI in the SBO galaxy NGC 3941. The optical radius R_{25} and the radii of bar B and lens L are indicated.

De oppervlakte dichtheid van neutraal waterstof als functie van afstand tot het centrum in het sterrenstelsel NGC 3941. De straal van het optische beeld, van de staaf en van het lensvormige deel zijn aangegeven als R_{25} , B en L.

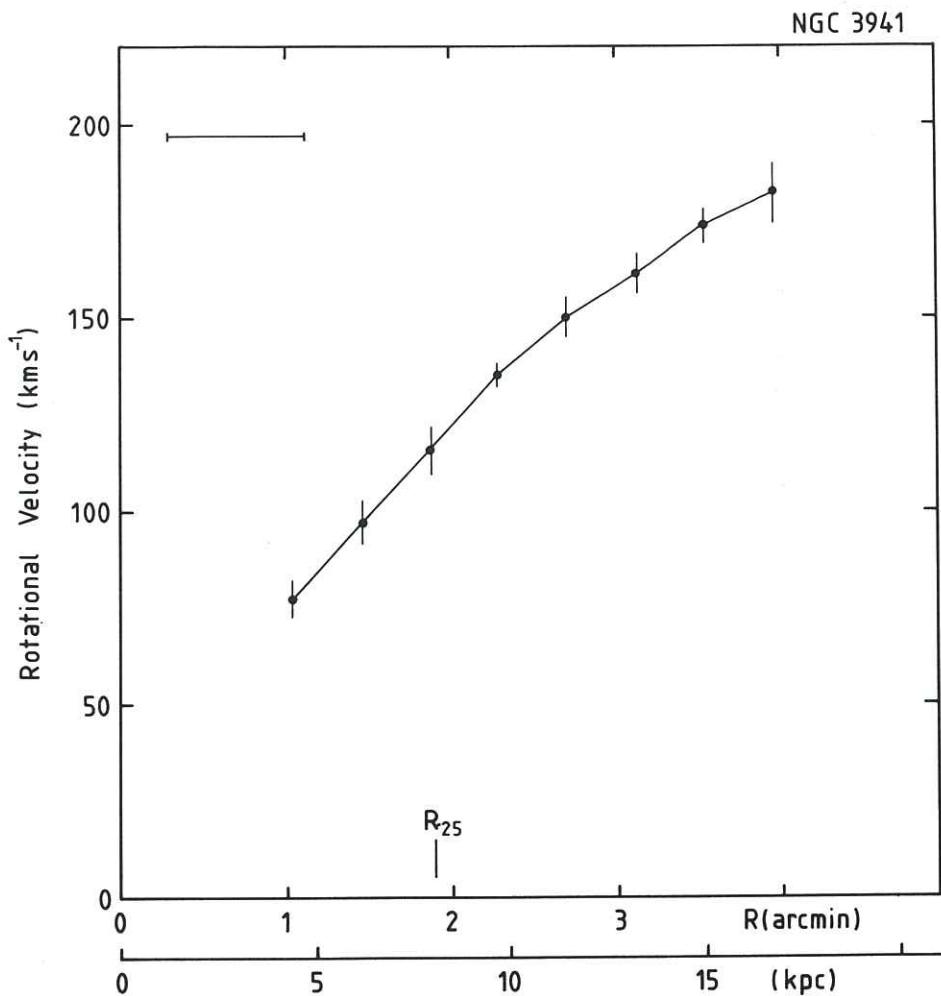


Fig. 3.4.14.b.

Rotation curve for HI gas in NGC 3941, obtained by fitting a tilted-ring model to the observed velocity field. The resolution is shown at top left.

Rotatie snelheden van het neutrale waterstof gas in NGC 3941.

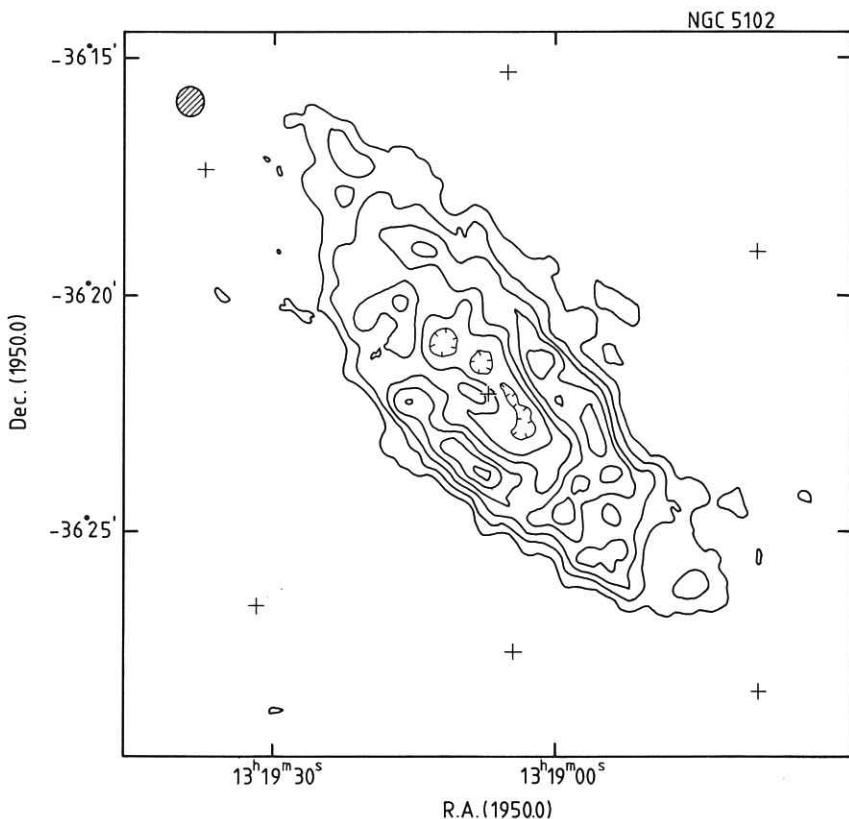


Fig. 3.4.15.a.

Distribution of HI column density in the S0 galaxy NGC 5102. Angular resolution (0.6 arcmin) indicated at top left. The optical (De Vaucouleurs) diameter is 9.3 arcminutes, roughly equal to the major axis of the second HI contour.

Oppervlakte dichtheid in de sterrenstelsel NGC 5102. Het oplossend vermogen van de kaart is links boven aangegeven. De diameter van het optische beeld is 9!3, ongeveer gelijk aan de grootste afmeting van de tweede contour.

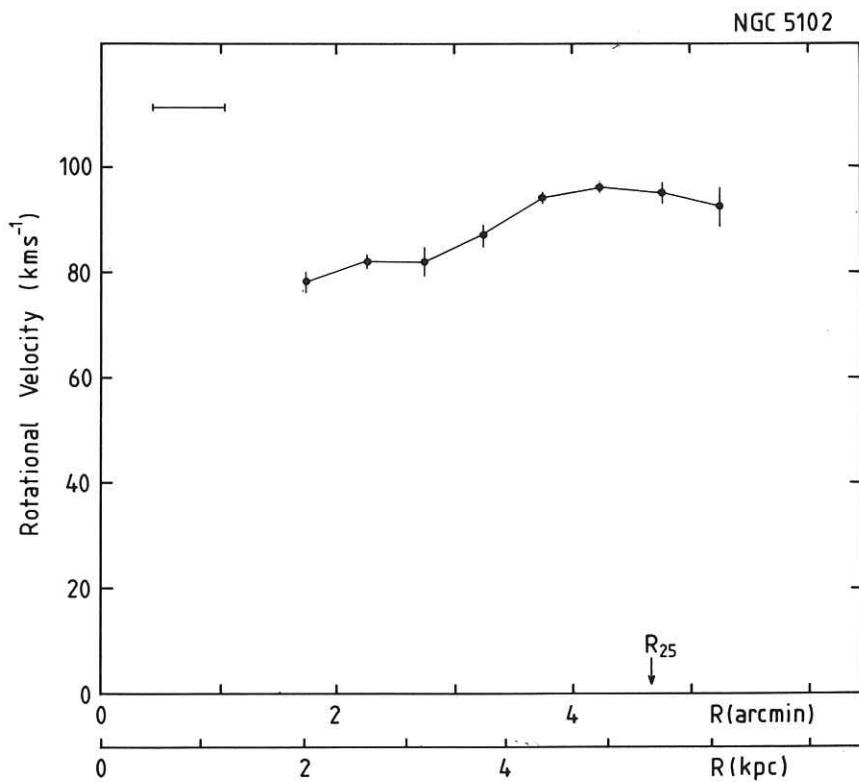


Fig. 3.4.15.b.

Rotation curve of HI gas in NGC 5102. Note the small errors of the data points. The maximum of the curve for an exponential disk would lie at $R = 3.4$ arcminutes.

Rotatiesnelheid van het waterstofgas in NGC 5102.

optical radius from De Vaucouleurs' Second Reference Catalogue). The outer ring may be the remnant of a warped primordial gas disk, largely consumed by star formation, or it may have been acquired recently by accretion; for the inner ring, the low dust/ gas ratio supports the accretion hypothesis, and it appears possible that both inner and outer rings are due to the same accretion event (Van Driel, Van Woerden, Gallagher and Schwarz, in preparation).

In the two southern RSBO/a galaxies NGC 1291 and 5101, the radial HI distributions are very similar: a deep and broad central depression, a maximum coinciding with the optical outer (pseudo-) ring, and a long extension to large radii (see Annual Report 1983, page 53). The central depressions may be due to consumption of gas by star formation, or to a redistribution of gas in the disk by the bar potential, or quite possibly to both. The optical outer rings must consist mostly of old stars, but the gas rings coinciding with them have also formed some stars recently. The outer rings may fall around the outer Lindblad resonance (Van Driel, Rots and Van Woerden, in preparation).

The SBO galaxy NGC 3941 (Figure 3.4.14.a) shows a central depression in its HI, an incomplete inner ring at $R \approx 0.8 R_{25}$ and a complete outer ring of radius $\sim 1.5 R_{25}$. This distribution is fairly similar to that in NGC 5101, although the main maximum lies further outward. The rotation curve derived for NGC 3941 (Figure 3.4.14.b) continues to rise almost linearly out to $R = 2.1 R_{25}$, far outside the optical body, suggesting a large amount of dark matter in the outer regions. The velocity field shows no evidence for a warp that might explain this unusual shape of the rotation curve.

NGC 4694 is an S0p galaxy containing a relatively large quantity of dust. The galaxy lies 4.5 from the centre of the Virgo Cluster. Its HI distribution shows a barely resolved concentration at the centre of the galaxy, and a narrow tail of approximately 9 arcmin, or 35 kpc, length. Profile halfwidths in the latter are of order 20 km/s only. This galaxy may be losing its gas by stripping (collision with intergalactic gas), or we may be witnessing a merger with a gas-rich (invisible) dwarf.

In the close pair (Sab+S0) NGC 6500/01, the HI shows an extended distribution around the spiral galaxy, with a filament reaching around the S0 galaxy, suggesting tidal interaction and probably capture of gas by the latter.

The nearby early S0 galaxy NGC 5102 is peculiar in having a relatively large amount of hydrogen gas and a bulge with colours comparable to those of Sb-c spirals; its bright, unresolved, blue nucleus has an A-type spectrum. Figure 3.4.15.a shows the HI distribution in this object: a broad ring of gas between radii of 0.4 and $1.0 R_{25}$, a deep central depression and a small central maximum. The blue colours indicate that star formation in nucleus and bulge may have occurred $10^8 - 10^9$ years ago, suggesting fairly recent infall of gas. The distribution of HI gives only marginal support to this suggestion, but it would be important to look for

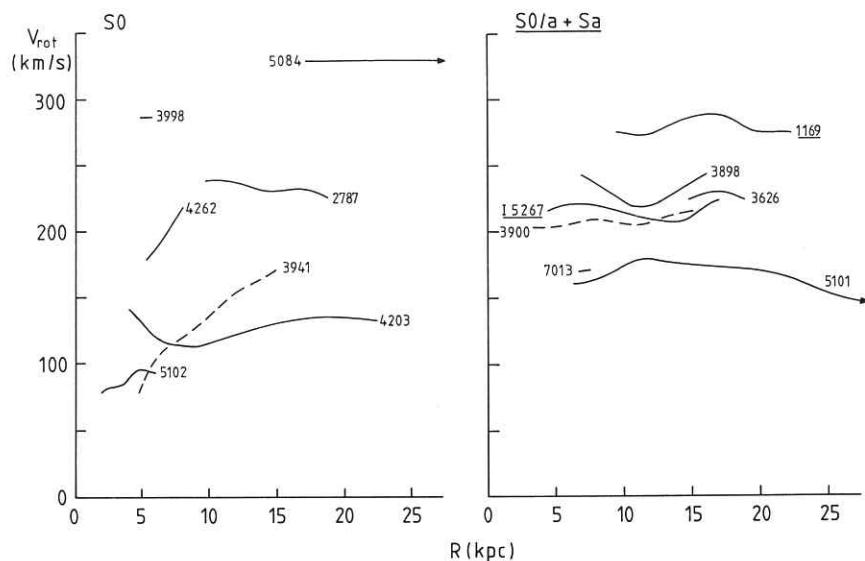


Fig. 3.4.16.

Rotation curves of HI in early-type disk galaxies. Left: 7 S0 galaxies. Right: 4 S0/a and 3 Sa galaxies.

Rotatiesnelheid van het neutrale waterstofgas in een aantal vroege typen sterrenstelsels; links 7 S0 stelsels, rechts 4 S0/a en 3 Sa stelsels.

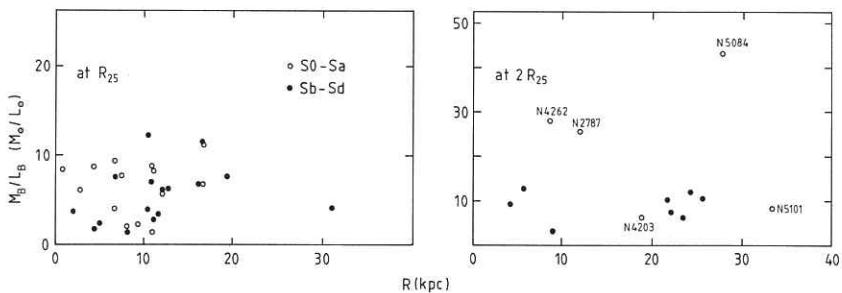


Figure 3.4.17.

Mass-luminosity ratios M_B/L_B derived from HI rotation speeds at radii equal to R_{25} , the optical radius (left) and at twice those radii (right), in very extended HI distributions. Open circles are S0, S0/a and Sa galaxies; filled circles represent Sb to Sd spirals. Note the high values for 3 S0 galaxies in the right-hand figure.

Massa-lichtkracht verhoudingen berekend uit rotatiesnelheden van het waterstofgas gemeten op de rand van het optische beeld (links) en op tweemaal zo grote afstand van het centrum (rechts). Open cirkels: S0, S0/a en Sa stelsels; dichte cirkels: Sb tot Sd stelsels.

CO in this galaxy. The velocity field is quite regular and yields the rotation curve shown in Figure 3.4.15.b. There is no evidence for a warp that might explain the structure in the rotation curve (Van Driel, Van Woerden, Braun and Rots, in preparation).

An overall discussion of the sample of gas-rich early-type disk galaxies was undertaken, in comparison with Wevers' sample of spiral galaxies. In gas-rich S0 galaxies, the HI often lies in inner and/or outer rings; the outer rings on average have a radius of $1.8 R_{25}$. In many cases, the radial HI distribution in S0 galaxies is quite similar to that of spirals beyond $1.5 R_{25}$; inside that radius, the gas appears to be mostly removed, leaving a pronounced central depression. Such a distribution may well have been caused by efficient star formation at earlier epochs, leaving a "burntout disk" (Larson, Tinsley and Caldwell), with only an outer ring of the primordial gas disk remaining, sometimes with a prominent warp. This scenario, however, fails to explain the inner rings of gas. These may be due to accretion of intergalactic gas or of a gas-rich dwarf galaxy (especially if the ring is inclined to the plane); or to gas, produced by mass loss of evolving stars, and then redistributed by a nonaxisymmetric potential (especially in barred S0 galaxies) or possibly by a galactic wind.

The gas-rich S0/a galaxies in general have outer rings or filled disks of gas. Barred S0/a galaxies always have outer gas rings and prominent central holes in their HI distributions; this may be the combined effect of burn-out and redistribution by the bar.

The rotation curves found (Figure 3.4.16) are generally flat, sometimes out to radii as large as 10 disk scale lengths, suggesting a substantial component of dark matter in some cases. The only case of a strongly non-flat rotation curve is NGC 3941. A few well-measured rotation curves could be fitted by 3-component (bulge + disk + halo) mass models; their parameters are quite similar to those for spirals.

The mass/luminosity ratios found from rotation speeds in S0 galaxies with gas extending out to 1 or $1.5 R_{25}$ are similar (cf. Figure 3.4.17) to those for spirals (mostly $M_T/L_B \approx 5-10$); however, in 3 S0 galaxies with HI extending to and beyond R_{25} , much higher values of M_T/L_B , between 25 and 45, are found. Perhaps the big dark haloes indicated here have caused the formation of very extensive gas distributions? The "Tully-Fisher" relationship between rotation speed and luminosity for gas-rich S0 galaxies is quite similar to that for spirals, but the 3 abnormal S0 galaxies just mentioned are discrepant also in this respect: their rotation speeds are too high (or their luminosities too low).

3.4.2.5. Spheroidal Galaxies

At the Princeton Symposium on Elliptical Galaxies Edwin Valentijn presented a theoretical paper on the influence of gas-accretion or cooling flows on the evolution of elliptical galaxies. In this scenario the original formation process of elliptical galaxies is not basically different from the observed cooling flows in the present day universe. Several predictions for cosmological radio source evolution and optical stellar component evolution are compared with the actually observed evolutionary trends. An implicit assumption in this model is the existence of a large scale (10-50 kpc) dark component centred on massive elliptical galaxies. This dark component can possibly be probed by studying the dynamics of Dumbbell galaxies which have an intrinsic separation of 20-100 kpc. To this end a catalogue has been prepared listing all multiple component elliptical galaxies. All objects were inspected visually and classified according to a new scheme (multiple nuclei-dumbbell etc.). Results for the multiple nuclei sample were published last year. For the dumbbell sample redshifts were measured (i.e. velocity differences with 30 km/s accuracy) with the Isaac Newton Telescope at La Palma. The present sample of dumbbells with known relative velocities now comprises more than 40 pairs, which is about 5 times more than previously known. A statistical study of this sample has been started and shows that the dumbbell pairs do have rather different dynamical properties than the multiple nuclei. Eventually detailed modelling and a maximum likelihood analysis will possibly result in constraints of large scale (50 kpc) M/L ratios of giant elliptical galaxies.

Dr. I. Perez (IAC, Tenerife) visited the Kapteyn Laboratorium to continue, in collaboration with Valentijn, work on the reduction and interpretation of the TAURUS observation (INT, La Palma) of one of Minkowsky's objects, 3C40.

3.4.2.6. Stellar Populations in Elliptical Galaxies

Stellar populations in elliptical galaxies are inhomogeneously distributed, as a consequence of their formation, evolution and surroundings. The aim of Peletier's thesis project is to determine the magnitude of the variations in populations within galaxies and the cause of these variations. For this purpose multicolour CCD-photometry, long-slit spectra and visual-infrared aperture-photometry have been taken at KPNO and La Palma. The CCD-photometry-sample has been extended this year from 20 to 40 galaxies and includes frames of galaxies ranging in total blue-magnitude from -17^m to -24^m in U,B and R. The reduction and analysis, together with R. Davies from KPNO and G. Illingworth from Space Telescope Science Institute, was completed this year. It is found that elliptical galaxies in general have significant B-R and U-R colour-gradients in the sense that the galaxies become bluer going

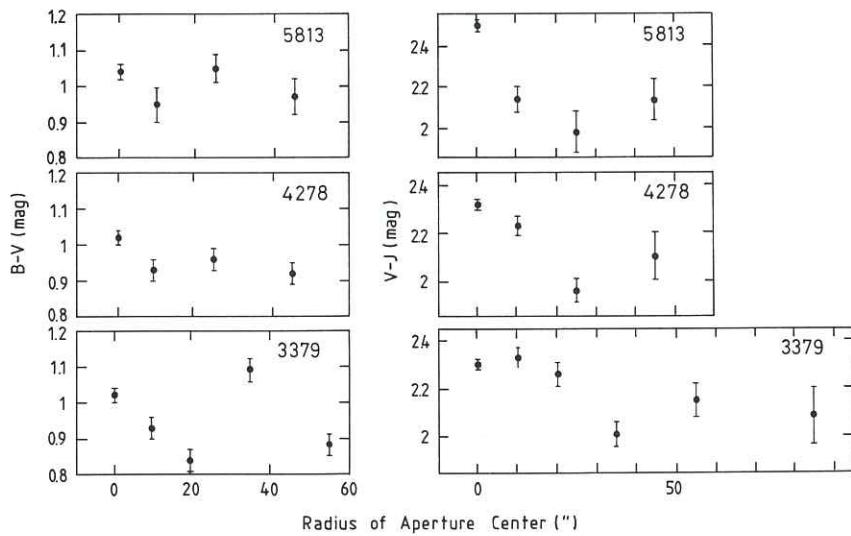


Fig. 3.4.18.

B - V (left) and V - J (right) photometry of NGC 5813, 4278 and 3379. The size of the aperture was increased as positions on the major axis further from the centre were observed.

Kleur van de stelsels NGC 5813, 4278 en 3379 als functie van de afstand tot het centrum; links: (blauw - geel), rechts: (geel - infrarood).

outwards while the gradients in U-R are much larger than those in B-R. Ellipticity does not seem to have any correlation with colour gradients. Most of the smaller galaxies have boxy isophotes, although the isophotes of the larger galaxies are perfectly elliptical. The centres of most elliptical galaxies contain visible amounts of dust making them look much redder than the underlying stellar population. To complement this work Peletier and Valentijn have done simultaneous visual-infrared photometry of a few elliptical galaxies. This was done with the Leicester Photometer at La Palma in collaboration with Dr. R. Jameson from the University of Leicester. The three galaxies observed, NGC 3379, NGC 4278 and NGC 5813, become bluer in the outer regions in visual-infrared colours as well as in optical colours, but the effect is much stronger in the infrared (see figure 3.4.18). The measurements could be consistent with a decrease in metallicity towards the outer parts. They provide a strong constraint for differential population synthesis work. As a third observational component Peletier and Valentijn have measured line-strength gradients between 370 nm and 1000 nm in a few galaxies. They have been able to measure lines for NGC 7626, NGC 720, NGC 1700 and NGC 2693. Most lines decrease in line-strength going outward: of the 11 lines studied only H β rises (probably due to emission) and one line remains constant throughout the galaxies. In 1987 Peletier hopes to observe more visual-infrared profiles. This could give some idea about the population of late-type stars in elliptical galaxies. Population synthesis work using all of the data mentioned above will start soon.

3.5. NFRA related astronomical research at the Leiden observatory

Editors: Harm Habing, Butler Burton and Harry van der Laan

3.5.1. Small scale structure in the interstellar medium and circumstellar shells

3.5.1.1. Supernova Remnants

H. Greidanus continues his Supernova Remnant (SNR) research in collaboration with R. Strom (NFRA, Dwingeloo). This year, much effort has gone into making maps of the infrared emission of a number of SNRs, using the IRAS Skyflux data. The weakness of the emission of the remnants, in combination with the strongly varying background and the mapping errors inherent to the Skyflux product, make this a time-consuming effort. With the Westerbork telescope Greidanus and Strom made observations of atomic hydrogen gas that surrounds the remnants OA184 and S147; the reduction of the data is in progress. In order to obtain kinematical information on the optically emitting gas, a number of fields in the Cygnus Loop, IC443, VRO42.05.01 and some other remnants have been observed in the H α and [O III] lines with TAURUS on the INT at La Palma. The IRAS maps of Cas A, published last year by R. Braun, raised the question of whether the infrared emitting dust is distributed homogeneously, or in small knots like the optically emitting material. High-resolution 20 micron observations with UKIRT (Hawaii) point to a rather homogeneous distribution.

3.5.1.2. A puzzling object: SS433

Variations in light emission, material ejected at relativistic speeds render SS433 a very interesting object. A study with the emphasis on the relativistic jets is being carried out by René Vermeulen, in collaboration with Vincent Icke and Richard Schilizzi (Dwingeloo). In 1986 they continued the analysis of the radio and optical data of SS433, obtained in 1985.

Their sequence of 6 VLBI maps revealed evidence for a "brightening zone", located a few times 10^{15} cm away from the source. The radio emission originates in a series of discrete knots, which first brighten and then decay in the flux density as they move away from the core. Their motion is in good agreement with the well-established precessing beam model. Vermeulen and Icke are investigating the possibility that brightening occurs when a blob overtakes the bowshock of its predecessor. On the basis of their preliminary results, Vermeulen et al. have obtained time for a further series of 6 VLBI maps in 1987, at increased sensitivity; this will be the largest single project ever undertaken by the European VLBI Network. Several international co-operations are being set up to achieve full hour-to-hour spectral

coverage of SS433 during this VLBI campaign. A progress report on all SS433 work, presented at meetings in St. Louis and Chicago in December, will be submitted for publication in January 1987.

The evolution of a set of high-resolution optical spectra, 24 from the Isaac Newton Telescope, in collaboration with P.G. Murdin, and 11 from the 3.6 m telescope at La Silla, obtained by P. Angebault, St. d'Odorico and G. Miley, again bears out the precessing beam model, and strongly suggests that the optically emitting matter, too, is clumped. There are, however, marked deviations from the model. The possible link of one such event to a brightening in the radio maps is being investigated. Large spectral changes are evident on timescales as short as 5 hours. V. Icke, J.B. Smits and R. Vermeulen are attempting to model the changing optical spectra by allowing ejected blobs to interact with the stellar wind.

In order to investigate the behaviour of the beams at larger distances, a 1x12h WSRT observation at 6 cm was obtained. A full redundancy map will be made in early 1987.

3.5.1.3. Spectra of interstellar dust particles

A population of dust grains much smaller than was known so far, discovered during the IRAS mission and sometimes identified with polycyclic aromatic hydrocarbonates, or PAH's, are being studied by M. de Muizon, a guest investigator from the Université de Paris. She is mainly interested in various spectral bands observed between 3 and 12 μ , which are seen in emission in several astronomical objects. Using the IRAS data, obtained with the Low Resolution Spectrograph (LRS) she selected a large number of potentially interesting objects for observation with ground based telescopes. Many of the selected sources show very interesting band structures. In 1986 de Muizon made observations in collaboration with T. Geballe, L. d'Hendecourt and F. Baas at ESO, at UKIRT and at TIRGO (the Italian 1.5m infrared telescope, Gornergrat, Switzerland). The quality of the spectra obtained is rather uneven with best quality spectra obtained at UKIRT. As yet data reduction is only partially complete but it is already clear that the interesting new infrared features discovered in Sept. 85 at UKIRT at 3.46 μ and 3.51 μ occur also in the spectra of two more IRAS sources. Some work has been done to identify the various 3 μ features, comparing the astronomical emission spectra with absorption spectra of selected molecules obtained in the laboratory (L. d'Hendecourt and A. Leger, Paris), or with molecular spectra published in chemistry literature. It is not possible to reproduce all features simultaneously with a single molecule only; the "pattern" of the new features is not exactly the same in all objects. It is very likely that a variety of different PAHs are responsible for these infrared features (from 3 to 13 μ). Which ones? and in which proportions? is still to be answered.

De Muizon is also involved in a few "side projects". These consist of studying thoroughly a few poorly known IRAS sources, with exceptional LRS spectra. De Muizon has obtained data at various other wavelengths (X-ray, optical spectra, radio maps), involving the participation of several collaborators inside and outside Leiden (M. Oort, J. Klaas, A. Preite-Martinez, M. Heydari-Malayeri, F. Israel). Most of this work is still in progress; two papers are in preparation: one on a very young supernova remnant, and one on a suspected planetary nebula.

3.5.1.4. Circumstellar shells

The discovery by IRAS of some 30,000 to 40,000 circumstellar shells has changed the direction of research on the subject and hastened the pace. A first significant conclusion from the IRAS data is that circumstellar shells occur only around cool giant stars with slow, large amplitude pulsations of periods between 300 and 2000 days, pulsation and ejection of matter occurring simultaneously.

Present studies concentrate around two foci, the thesis research by W. van der Veen and that by P. te Lintel Hekkert. Van der Veen concentrates on the effects of mass ejection on the final stages of stellar evolution. In 1986 he derived two equations that connect three fundamental stellar parameters (initial mass, age, metallicity) with three observed parameters (luminosity, infrared colours and expansion velocity of the shell), and he tries to find observational support for these relations from IRAS observations, from ground based infrared observations obtained at ESO (Chile) and at UKIRT (Hawaii) and from radio observations. New are observations at 1.2 and 2.4 μm of rotational lines of CO obtained in early 1987 with the French-German radiotelescope at Pico Veleta in Spain. This program, a collaboration with A. Omont and Th. Forveille from Grenoble, will be continued in Pico Veleta and, hopefully, with the James Clerk Maxwell millimeter telescope (JCMT) in Hawaii. It is hoped that these observations will give independent estimates of mass loss rates. The ultimate goal of van der Veen is to obtain a (statistical) description of how red giants develop into planetary nebula. A small, highly interesting class of stars are those that do not pulsate although they have strong circumstellar shells. Following a suggestion by P. Bedijn (Heidelberg) van der Veen explores the hypothesis that these stars have recently stopped their pulsations and no longer eject matter, and that the present shell is rapidly dissolving.

The second focus of research, the thesis work by P. te Lintel Hekkert, concerns the possibility to detect and study stars with circumstellar shells very far away in the infrared, in regions of the Galaxy where obscuration by interstellar dust clouds prohibits optical observations. Te Lintel's and Habing's studies are presented in section 3.5.2.

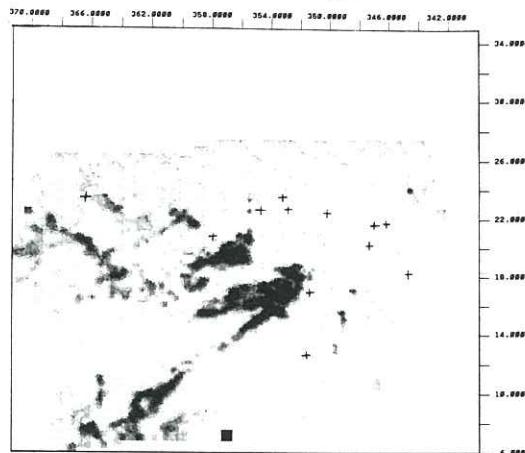


Fig. 3.5.1.
Distribution of CO intensities from the Ophiuchus region integrated over the velocity range $-5 < V < 18$ km/s (Columbia University mini-telescope on Cerro Tololo).

CO helderheidsverdeling in Ophiuchus, geïntegreerd over het snelheids gebied $-5 < V < 18$ km/sec.

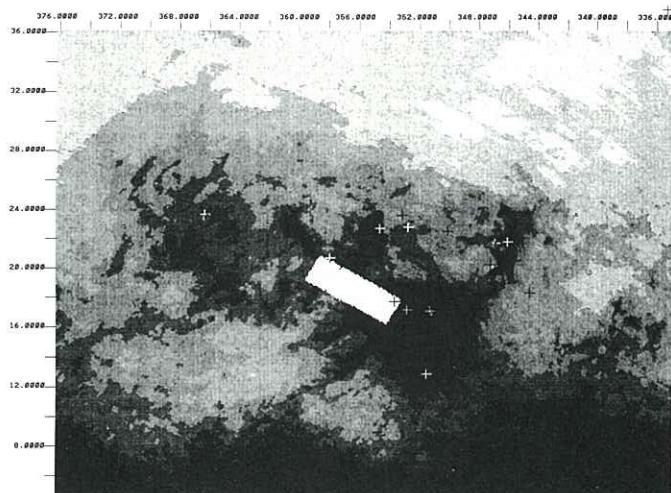


Fig. 3.5.2.
Distribution of the cool (approx. 22 K) dust in the Ophiuchus region, derived from IRAS data.

Verdeling van het koele interstellaire stof in Ophiuchus.

3.5.2. Galactic structure and dynamics of galaxies

3.5.2.1. Galactic HII regions and molecular clouds

F.P. Israel and J. Engel finished the first stage of a study of the HI surroundings of northern HII regions. The majority of HII regions found in relatively non-confused areas of the HI maps show a more or less clear correlation with HI structures. A preliminary inspection of the results shows, however, a great variety of associated HI masses. The nature of the association is also variable: HII regions are found on HI peaks, on steep HI gradients and in a few cases even in HI holes.

3.5.2.2. Composition of OB associations

F.H.P.M. van Roermund continued his work on the stellar association Sco OB-1, using the IRAS Skyflux data. A three-component dust model fit to these data yielded the distribution of the temperature of the dust in the region. Regions of current star formation are being identified by studying the positions of hot stars and IRAS point sources. The investigation is complemented by ^{12}CO observations of the region which have been kindly made available before publication by P. Thaddeus (Harvard).

E. de Geus continued study of the Ophiuchus molecular cloud complex and its relation to the early-type stars of the Upper Scorpius OB association. The CO data available for this region was greatly augmented by a second, two-month observing run on the Columbia University mini-telescope in Chile. The region $343^\circ < \ell < 13^\circ$ $6^\circ < b < 27^\circ$ is now covered. De Geus and Burton mapped the general region in the HI line using the NRAO 140-foot telescope.

The Ophiuchus region shows several regions representing various stages of cloud destruction by early-type stars; these regions are illustrated in Figures 3.5.1 and 3.5.2. In the region where very few early-type stars are found ($\ell > 354^\circ$) the correlation between CO and dust is very good. The molecular cloud still seems to be relatively undisturbed by the UV photons. Near the early-type stars, however, dust features occur which are not seen in CO, but which are evidently related to HI clouds. Although the high UV flux in the vicinity of the B stars can account for the absence of CO and the enhanced amount of HI from the dissociated H_2 , it is not clear why the UV flux has not (yet) also destroyed the dust. Detailed study of the region is intended to help understand the destruction processes.

3.5.2.3. Studies of the infrared cirrus

H.J. Walker developed a technique for comparing IRAS 100 μm cirrus cloud data with the data from the Burton survey of Galactic

HI. After background subtraction the many HI maps can be tested against the IRAS map of the same region, to see at which velocities gas can be found associated with the dust cloud. A non-parametric binomial test is used to calculate how many pixels might match by chance. In this way a graph is created of pixel matches, observed and expected, at each HI velocity, showing where the gas and dust associate, and where there is contamination from features at other velocities. The technique has proved to be a sensitive indicator, and can be extended to other types of maps. Eight IRAS clouds have been studied and for seven of them discrete HI counterparts have been found, giving in addition to the quantity of HI associated with the cirrus, an estimate of the distance to the cloud.

Figure 3.5.3 shows an IRAS 100 micron cirrus cloud on a recalibrated spline map, smoothed to the resolution of the HI maps, with its HI counterpart, and the graph plotted in Figure 3.5.4 shows that only at a velocity of approximately 0 km/s gas is associated with the dust cloud.

Deul continued his study of the large-scale properties of the interstellar medium of our Galaxy, with particular attention paid to comparing the morphology of the dust component with that of other components of the medium. The observational material for this work includes the IRAS data, the COS-B gamma-ray survey, the Lick galaxy counts, the 408 MHz radio continuum survey, some of the Columbia CO superbeam material, and a composite HI dataset covering the whole sky. The HI data are being corrected for possible problems of stray radiation by using the Bell Labs Stark et al. horn survey as a reference baseline calibrator. Figure 3.5.5 shows the basic HI material.

The correlation of the IRAS cirrus features with HI counterparts seems quite general. To investigate this correlation in detail, Deul and Burton observed a number of the cirrus fields in the 21-cm line using the NRAO 140-foot telescope. All of the infrared cirrus features investigated have associated HI structures. "Feature X", which had attracted attention in the early IRAS reports because it was apparently solely an infrared feature, was shown also to have a clear HI counterpart. The general cirrus/HI correlation seems constant over a large part of the Galaxy. Figure 3.5.6 shows characteristic scatter plots for representative features. Although the slope of the correlation is rather constant, the offset of the line varies with latitude and longitude in a way which can be understood in terms of the variations of the illuminating flux with distance from the Galactic plane. There is an indication of a flattening of the correlation toward the Galactic centre, which may be a consequence of an interstellar radiation field changing with galactocentric distance. The influence on the correlation characteristics of higher HI optical depths in the inner Galaxy is also being investigated.

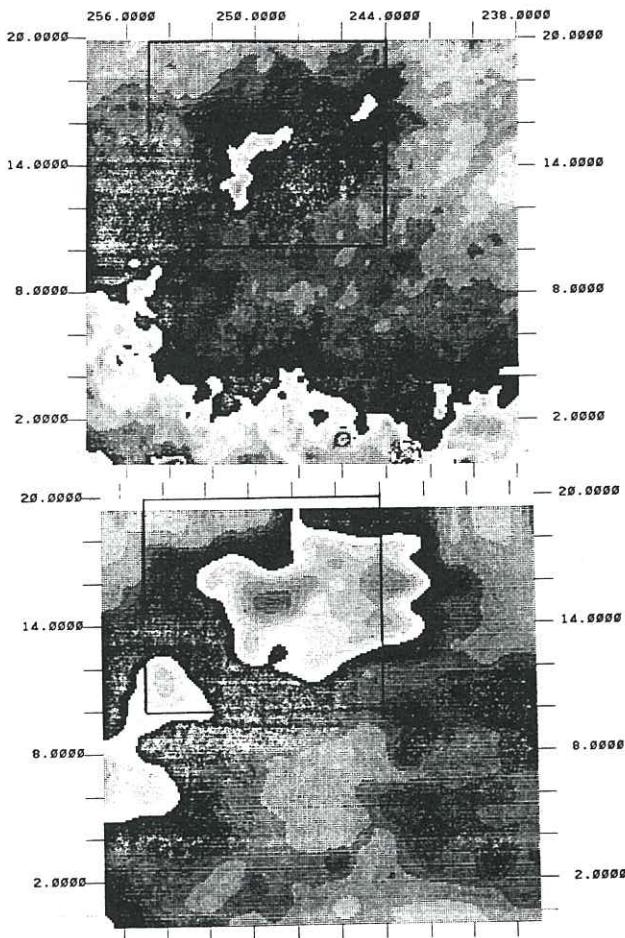


Fig. 3.5.3.

Top: Smoothed spline map of an IRAS cirrus cloud centered near $\ell, b = 250, +15$. Bottom: HI intensities integrated over the range $-2.5 < v < 2.5$ km/s, showing gas associated with the cirrus cloud.

Boven: Een interstellaire "cirrus" wolk, waargenomen met IRAS. Onder: Het neutrale waterstofgas dat met de wolk geassocieerd is, waargenomen in de 21 cm lijn.

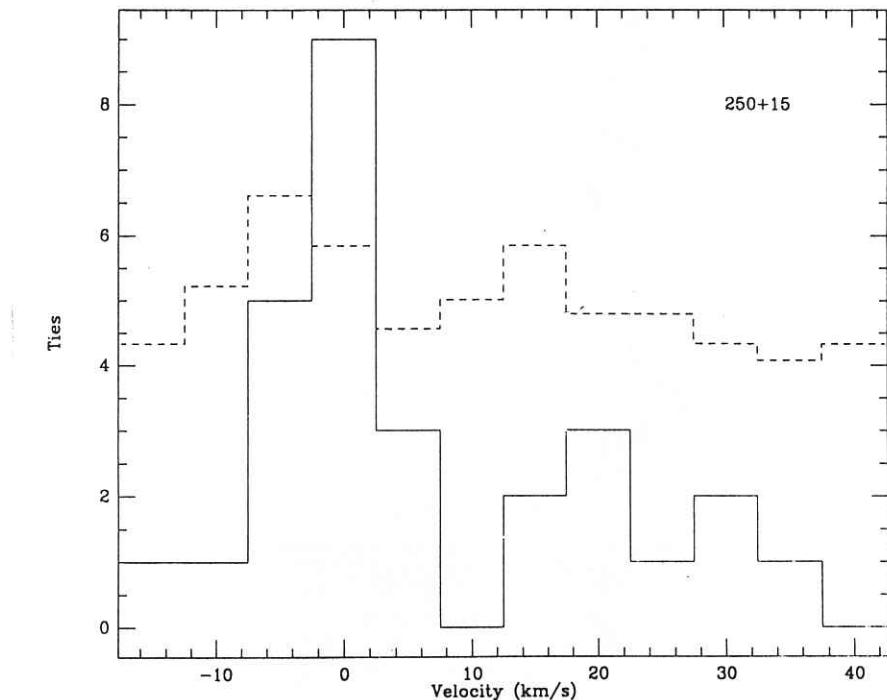


Fig. 3.5.4.

Histogram showing the number of observed correlations (solid line) and the number expected by chance (dashed line) at each HI velocity map for the cirrus cloud 250+15. The extent of the HI correlation with the dust peaks in the $-2.5 < V < 2.5$ km/s range.

Statistiek van waargenomen (vol getrokken lijn) correlaties tussen de cirrus wolk van figuur 3.5.3 en het waterstof gas met verschillende snelheden, en van de toevallig verwachte correlaties (stippellijn). De correlatie bij een snelheid van ongeveer 0 km/sec is het beste.

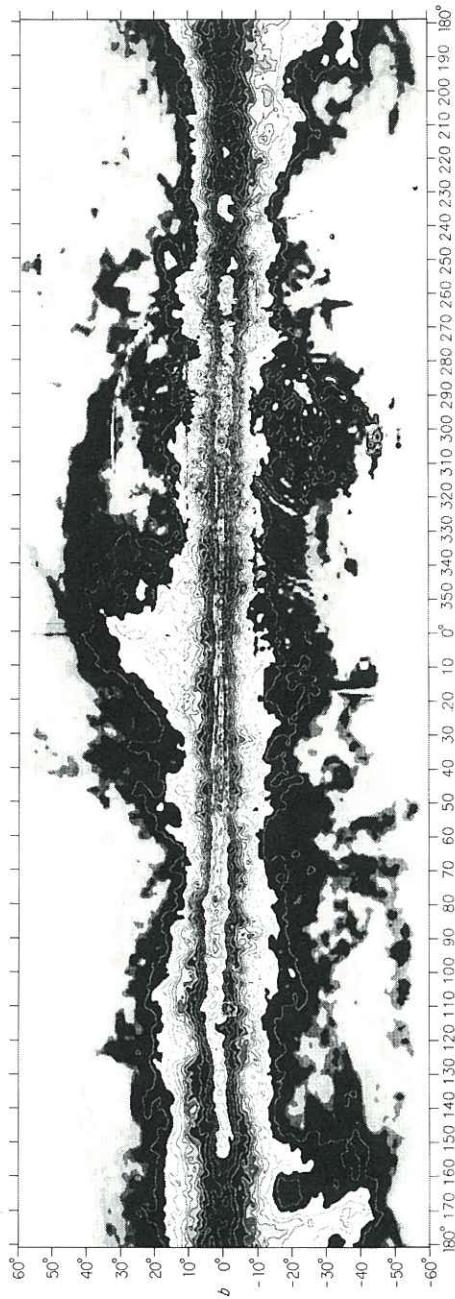


Fig. 2.5.5.
HI intensities, integrated over a velocity range encompassing most Galactic material. The composite data set was generated from four different surveys for the purpose of comparing the morphologies of gas and dust in the Milky Way.

Helderheidsverdeling van neutraal waterstof in de melkweg samengesteld uit een aantal verschillende surveys om de relatieve verdeling van interstellair gas en stof te kunnen vergelijken.

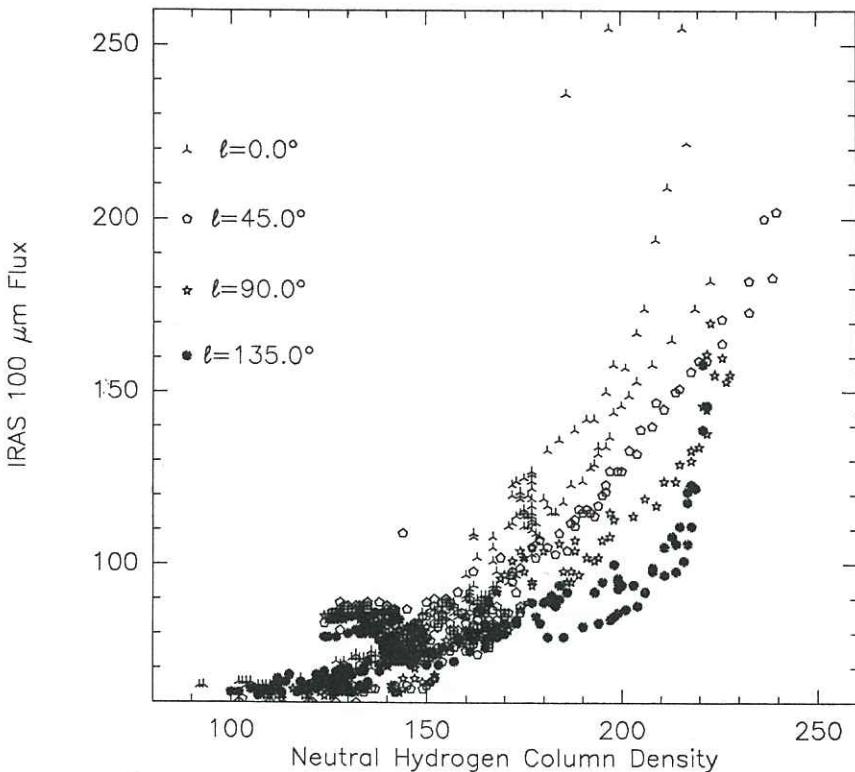


Fig. 3.5.6.

Scatter diagram representing the correlation of HI integrated intensities with IRAS 100 micron emission. The IR cirrus generally have HI counterparts, but the details of the correlation depend on the available macroscopic interstellar radiation field, and thus on position in the Galaxy, as well as on the optical depth of the HI.

Correlatie tussen de intensiteit van de straling van neutrale waterstof en van de door IRAS op 100μ waargenomen straling. In het algemeen is er een correlatie, maar de details ervan zijn afhangelijk van het interstellaire stralingsveld en daarom ook van de positie in de melkweg.

3.5.2.4. The Galactic distribution of OH/IR stars

P. te Lintel Hekkert continued his search for OH maser emission in the 1612 MHz line from stars with strongly developed circumstellar shells, using the 64-m telescope of the CSIRO at Parkes in collaboration with Australian colleagues, especially J. Caswell. The survey has resulted in detections of 400 new maser sources, distributed near the galactic equator, over a wide range of galactic longitudes. The radial velocities of the sources cover an interval which is broader than that covered by the interstellar gas. The southern survey will be concluded in 1987 after improvement of the sensitivity of the receiver, which will allow detection of maser lines from stars in the central bulge of the Galaxy. The survey will be extended to the northern sky using the C.N.R.S. telescope at Nancay, France, in collaboration with A.M. Lesqueren and P. Sivagnanam of the Observatoire de Meudon.

Applying techniques developed almost a century ago by Kapteyn, H.J. Habing statistically analyzed counts of stars in the disk of the Galaxy, and derived their spatial and luminosity distribution. The stars form a thin disk, with density radially decreasing with an exponential scale of 4.5 kpc. The stellar density drops sharply at the solar distance from the Galactic centre. A puzzling excess of weak sources is interpreted as evidence for a sparsely populated thick disk of larger dimensions than the thin one. Habing's analysis is intended as a starting point for the analysis of the radial velocities measured by te Lintel Hekkert in the OH maser line.

3.5.2.5. The shape of the outer-Galaxy gas layer

Burton and Kwee continued investigation of the warped outer part of the Galactic gas layer. Parameters describing the shape of the outer-Galaxy gas layer were investigated as functions of galactocentric longitudes for 64 constant values of galactocentric distance, ranging from 10 to 26 kpc. Line fits were made by cubic spline methods, using appropriate weights, for several values of the Lagrangean parameter P , ranging from 0.00001 to 0.1. This parameter determines the degree of smoothing: $P = 0$ for maximal smoothing, which is a straight horizontal line, and $P = \infty$ for no smoothing at all. The smoothed values were then plotted. Figures 3.5.7 and 3.5.8. show the z-distance of the position of maximum density from the galactic plane obtained with different smoothing degrees. The thickness of the galactic gas layer, and the total density of the gas layer integrated over the z-direction have also been studied. In these figures the inner boundary has a radius of 10 kpc, the outer boundary one of 26 kpc from the centre; galactocentric longitude runs counterclockwise, with the position of the Sun on the inner circle horizontally to the left of the galactic centre.

PL(10,250), W=EXF.9, SPLINE(P=0.0001), Z>8

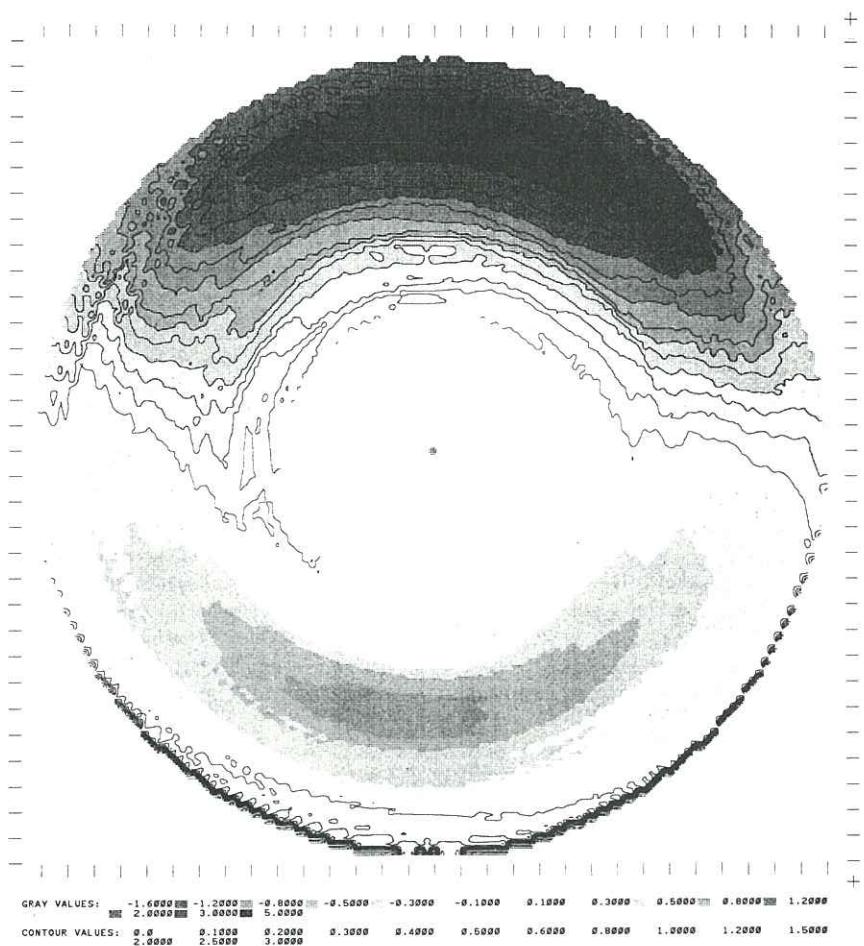


Fig. 3.5.7.

Offsets in z of the positions of maximum HI density from the galactic plane. Tone shades with contour lines are regions above the plane; tone shades without contour lines indicate regions below it. The contour line in the white region represents the passage through the galactic plane. By using a small value of the Lagrangean parameter P ($=0.0001$) only the gross effect of the z -variation is accentuated. The warp of the outer-Galaxy is obvious.

De positie van het zwaartepunt van de laag interstellair waterstof ten opzichte van het melkwegvlak in verschillende richtingen. Dit diagram toont alleen de grote schaal effecten. Het is duidelijk dat de gas laag in de buitendelen van de melkweg sterk afwijkt van het vlak.

PL(1B,25B), V=EXF.9, SPLINE(P=0.1), Z>0

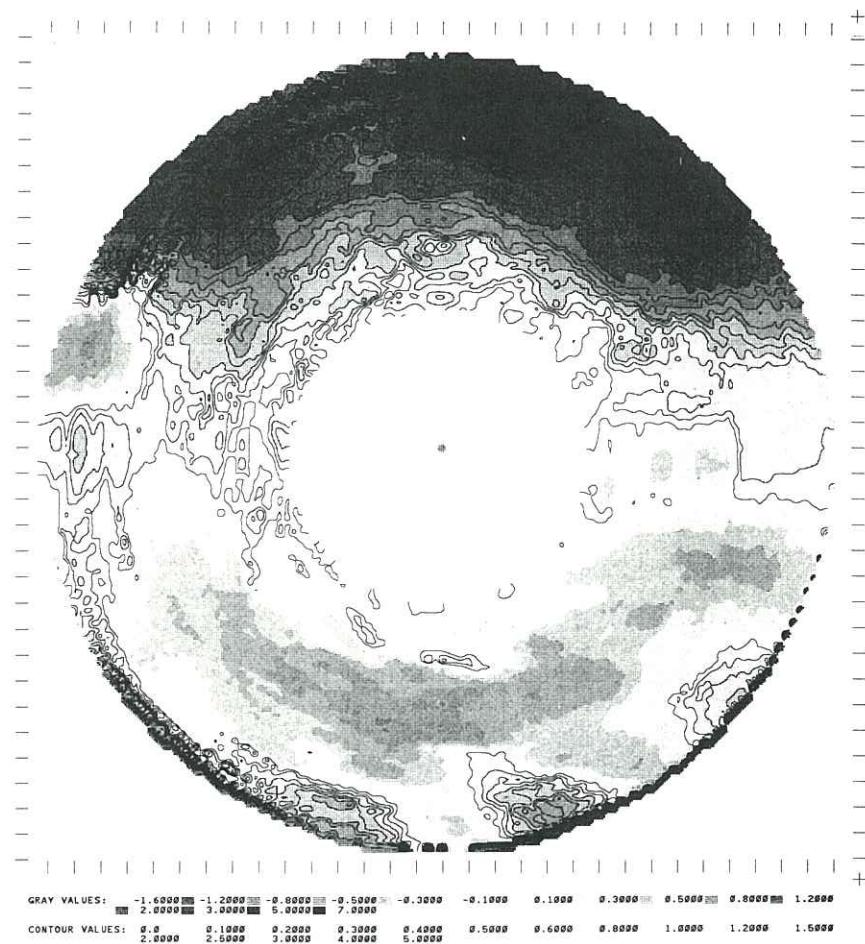


Figure 3.5.8.

Scalloping of the outer-Galaxy gas layer. This figure shows the same z-height parameter as plotted in figure 3.5.7, except that in this case the smoothing parameter P has been increased to 0.1. The result is a much more detailed picture of the z-variations of the gas layer. Clearly visible are now the regions with positive z-values near the edge in the lower part of the figure, demonstrating the scalloping in the outermost parts of the Galaxy. In the upper part of the figure scalloping can also be traced at distances between 18 and 20 kpc from the galactic centre. Regions with negative z-values, also anomalous with respect to the general warp, are evident on the left of the figure.

"Karteling" van de rand van de waterstof gas laag. In principe is in deze figuur hetzelfde te zien als in figuur 3.5.7; alleen is door minder versmerring meer detail zichtbaar. Hierdoor komt onder meer een omhoogkrullen van de rand van het vlak aan het licht.

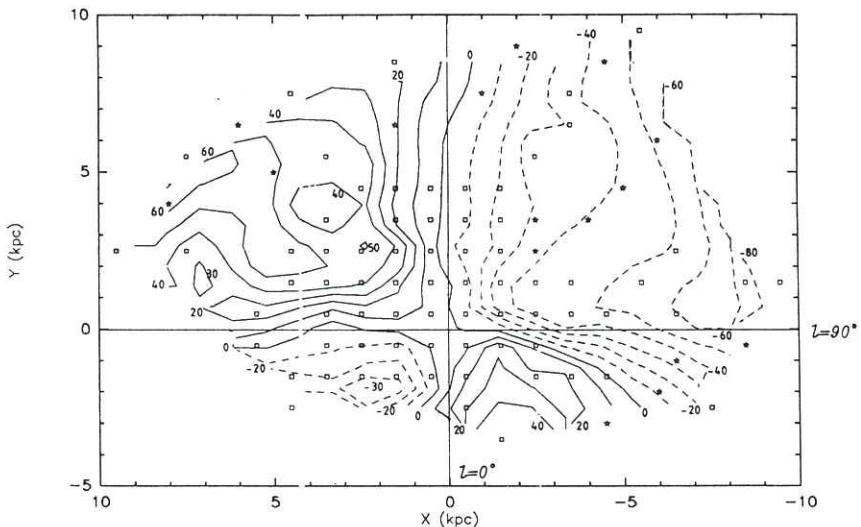


Fig. 3.5.9.

Observed radial velocities, projected on the galactic plane. The Sun is located at $(X, Y) = (0, 0)$. Contour values range from -80 km/s to $+70$ km/s in steps of 10 km/s. Boxes indicate HII region data averaged in 1 kpc bins; stars indicate interpolated points. The velocity field shown here includes non-circular motions.

Waargenomen radiële snelheden, geprojecteerd op het melkweg vlak met de zon op het snijpunt van de assen. In stappen van 10 km/sec geven de contouren snelheden weer tussen -80 en 70 km/sec.

3.5.2.6. The kinematics of the outer Galaxy

J. Brand completed analysis of the velocity structure of the outer Galaxy, and presented the results in his Ph.D. thesis. The work was done in collaboration with L. Blitz (Maryland) and J. Wouterloot (MPI, Bonn). A determination of the outer-Galaxy rotation curve in the southern hemisphere was combined with earlier northern hemisphere results; this allowed study of the outer-Galaxy velocity field between galactic longitudes 90° and 270° .

The Galactic rotation curve was determined by measuring independently distances and velocities to HII regions, or reflection nebulae, with associated molecular-cloud complexes. HII regions are especially useful for this work because they can often be seen at large distances, because the stars that excite them are intrinsically bright, and because their distances can be measured photometrically. The velocity of the associated molecular cloud was found by measuring the CO emission line. Because no existing catalogue of galactic nebulae was well suited to this project, a new catalogue was compiled by searching Sky Survey prints of the southern hemisphere for small nebulosities. In 308 of the 400 objects catalogued CO emission was found, and for 194 of those objects the associated molecular cloud could be identified, and its velocity measured.

Distances to more than 1400 individual stars in and around 223 of the nebulae in the new catalogue were derived from their colours and magnitudes. Subsequently, mean distances to the nebulae were determined. The stellar distances, together with the velocities of the molecular material form the basic data set for the study of the velocity field. This set was subsequently extended to include nebulae - outside the longitude range covered by the catalogue - for which distances and velocities are available in the literature. HI data for the inner Galaxy complete the data set.

One of the main results of this project is the observed two-dimensional Galactic velocity field, shown in Figure 3.5.9. Because this plot gives radial velocity as a function of distance and longitude, kinematic distances can be determined from it. The velocity field includes streaming motions, and therefore results in more accurate distances than those determined from an azimuthally-smoothed rotation curve.

A rotation curve was fit to the data; it shows a slight rise in rotation velocity with galactocentric distance. Non-circular motions are revealed by subtracting the basic, smoothed velocity field for circular rotation, from the observed velocity field. The structure that is present in these velocity residuals is consistent with a streaming pattern associated with density-wave-theory spiral arms. However, projected on the plane, the nebulae do not clearly delineate spiral arms.

From the properties of local nebulae (between 0.7 kpc and 2 kpc from the Sun) Brand deduced that the Sun is about 9 pc north

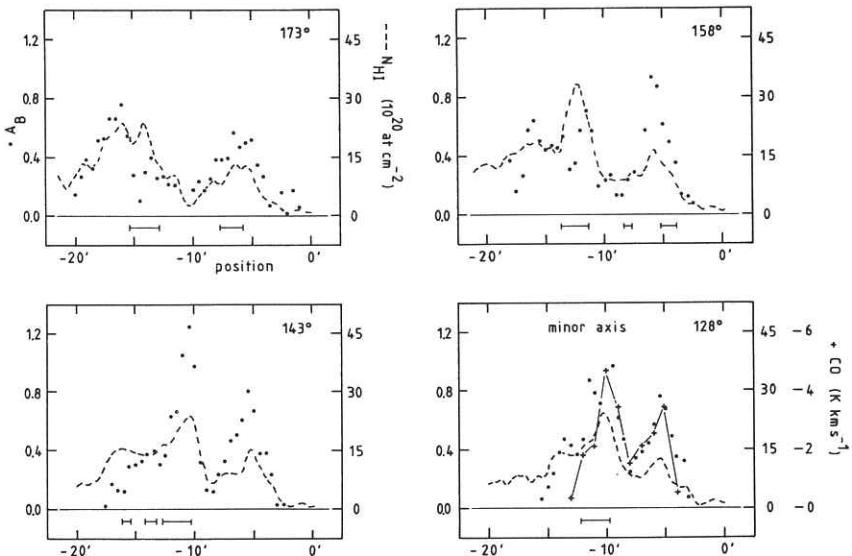


Fig. 3.5.10.

Association between dust and HI gas in M31. The panels show for four cuts across M31, at the indicated position angles, profiles of the measured extinctions in the B band (dots) on the near, West, side of the galaxy and of the column densities of neutral atomic hydrogen in the disk (dashed). The minor axis CO profile is included. The nucleus is located at position 0'. The bars below the cuts indicate regions where the derived extinctions are lower limits but conclusions about the radial dependence of dust-to-atomic gas ratio and its absolute value can be derived from these plots.

Gas en stof in de Andromeda nevel (M31). Vier doorsneden door het Westelijk deel van het sterrenstelsel met extinctie in blauw licht als indicator van stofdichtheid uitgezet als stippen en waterstof gasdichtheid als stippellijn. Bij positiehoek 128° (de kleine as van het stelsel) is ook het CO profiel weergegeven. Het centrum van M31 bevindt zich bij positie 0'.

of the plane $b=0^\circ$. The data also allowed a determination of the distance of the Sun to the galactic centre. A distance of 8 kpc was found, with a small formal error (0.5 kpc) but possibly a larger systematic one. This value agrees with values obtained by other, fundamentally different, methods.

3.5.2.7. The Nearby Galaxies M31 and M33

Using the HI observations of M31 made by E. Brinks and W.W. Shane (Nijmegen) together with new CO observations made by A.A. Stark (Bell Labs.) J. Bastiaanssen and F.P. Israel could conclude that the double-peaked CO spectra, interpreted by A. Stark as being caused by acceleration of molecular clouds due to spiral arms, can be explained as resulting from the warp in M31.

R.A.M. Walterbos (now at the IAS, Princeton) completed his Ph. D. dissertation on the distribution of and relationships amongst the stars, dust, and gas in M31, combining observations at optical, infrared, and radio wavelengths. The optical data consisted of photographic plates in various colour bands obtained in collaboration with R.C. Kennicutt (Minnesota) at Kitt Peak. These plates were digitized on the Leiden Astroscan densitometer. In the infrared, data from the IRAS satellite at 12, 25, 60 and 100 micron were analyzed. Brink's (1984) Westerbork high resolution maps of the distribution of atomic hydrogen gas were supplemented with radio continuum data at 21 cm.

The optical data confirm previously presented evidence for a change in position angle of the light distribution from M31 at radii beyond 18 kpc; this suggests a significant warping of the outer stellar disk. The structure and radial colour dependence of the stellar distribution were studied by a decomposition of the light profiles in the bulge and the disk. No evidence was found for a radial colour gradient in the bulge. The disk, however, gets bluer with increasing distance from the centre, possibly as a result of a metal abundance gradient.

Walterbos continued his study of the radial dependence of the dust-to-HI gas ratio, by combining the infrared emission with the total hydrogen surface density distribution. An apparent strong radial decrease was found. An independent study of this relation was made in two dust lanes on the near side of the galaxy from the surface photometry data. Correlation of the measured extinctions with the corresponding hydrogen column densities shows, as in Figure 3.5.10, a less steep radial dependence of the dust-to-HI gas ratio than was derived from of the infrared data. If very small grains contribute significantly to the 60-micron emission, which seems to be confirmed by the analysis by C. de Vries, the infrared results can be explained.

Walterbos also compared the global properties of M31 and the Milky Way. The two galaxies are similar in many respects, but have

substantially different colours, as well as different radio continuum and infrared luminosities, indicating an important difference in the star formation rates. Analysis of the general properties of the principal star forming regions in the two galaxies shows that the molecular gas content of M31 is lower than that in the Milky Way by about a factor of three to four, which perhaps accounts for the difference.

Walterbos and G. de Bruyn (NFRA, Dwingeloo) began the reduction of a 327 MHz Westerbork survey of M31. After self-calibration of the data in Dwingeloo, processing was continued in Leiden, with the assistance of H. Versteege. After removal of the background sources from the map, the extended emission from M31 can be studied. By combining the data with existing radio surveys at other wavelengths it will be possible to separate the thermal from the nonthermal emission.

M. de Vos studied aspects of the structure of M31 and NGC 205, in collaboration with Walterbos and M. Franx. Modelling of Walterbos's surface photometry of M31 shows very clearly the twist of this galaxy, from the bulge into the disk. After subtraction of the model for M31, the photometry of NGC 205 can be analyzed in a similar way. It appears that the twist of NGC 205 is intrinsic, and not only due to the superposition of M31 and NGC 205.

Israel finished the reduction of 6-cm Westerbork observations of six fields in M31. 21 sources were found, the majority unrelated background sources; upper limits for nine sources were determined. Several HII complexes were detected at typical flux density levels of 2-3 mJy. Thus M31 does not contain HII regions comparable to the brightest HII regions in either the Galaxy or M33 (accepted for publication in *Astron. Astrophys. Suppl.*).

E.R. Deul continued his investigation of the properties of the interstellar medium in M33. The Westerbork 21-cm hydrogen line survey of M33, done in collaboration with J.M. van der Hulst (NFRA, Dwingeloo), has been published (*Astron. Astrophys. Suppl.*). The emissionless regions (holes and shells) in the M33 gas distribution can alternatively be caused by two mutually exclusive physical circumstances: (i) the combined effects of supernovae and stellar winds on the interstellar medium whereby a bubble is blown, leaving behind a region populated only by low density and ionized material not radiating in the 21-cm line, and (ii) freezing out of the neutral atomic hydrogen on grain surfaces to become molecular hydrogen. To test these alternatives Deul and Burton used the Taurus Fabry-Perot interferometer on the La Palma INT in the H α line. The data were reduced with the help of K. Taylor (RGO). H α emission is present throughout the fields centered on the HI holes, but its spatial correlation with the hole itself is not straightforward. Observations on the NRAO 12-meter telescope failed to detect concentrations of the molecular tracer ^{12}CO ($J=2-1$) within the hole regions above the 80 mK T_b level. R.H. den Hartog has joined the collaboration and is making a detailed correlation analysis of the HI, CO, and H α data.

Deul, J.M. van der Hulst (NFRA Dwingeloo), and P.R. Bakker reduced the Westerbork continuum surveys of M33 made at 49 and 92 cm. The 92-cm data required careful self-calibrations using the software available in Dwingeloo. Bakker is deriving the thermal and non-thermal components of the continuum emission at 92 cm by extrapolating the results of Viallefond et al. found at 21 cm. The survey at 49 cm contained some calibration problems which require that parts of it be repeated in the autumn of 1987.

Israel and E. Skillman (NFRA, Dwingeloo) continued their study of the M33 twin NGC 2403. Westerbork 21-cm and 92-cm maps were fully reduced. Optical spectra were obtained of a dozen HII regions and two supernova remnants as part of an investigation of abundance gradients.

3.5.2.8. Dwarf irregular galaxies

H.C.M. Caspers began a study of the statistical properties of nearby Dwarf Irregular Galaxies (DIG's). These systems, undisturbed by external (tidal) or internal (density wave) influences on the interstellar medium, are expected to provide a better view on the statistical properties of star formation, including the initial mass function and the star formation rate.

The IRAS survey data were co-added for samples of DIG's in the Local Group at distances less than 6.7 Mpc, and in the Virgo cluster, yielding information on the total dust content. So far 20% of the co-added galaxies not listed in the Point Source Catalogue were detected. The dependance of star formation on the interstellar medium will be determined from WSRT HI observations. A small number of nearby DIG's were observed during 1986; more will be observed during 1987. Attention will also be paid to the intriguingly low CO abundances in DIG's relative to those in the Galaxy. Determination of the CO content will be attempted with high sensitivity as pilot studies did not reveal any CO $J=1-0$ line emission to the level of $T_A = 0.03$ K for a sample of red and blue DIG's.

Israel and Burton completed and published the analysis of CO observations of dwarf galaxies. Twelve galaxies were observed but not detected. The relatively stringent 3σ upper limit of 0.025 K indicates that these galaxies are either strongly underabundant in molecular material or have a deficient CO/H₂ ratio compared with normal galaxies.

Israel and G. de Bruyn (NFRA, Dwingeloo) found a high-frequency turnover in the nonthermal radio continuum emission of the post-starburst dwarf galaxy NGC 1569. If this turnover is due to a sharp decrease in the injection of relativistic electrons, evidently massive supernova formation ceased (a consequence of the burst of star formation) about 5 million years ago. Implied magnetic field strengths are of order 10 microGauss. As the epoch of radio emission decay is estimated to be of order 10 million years,

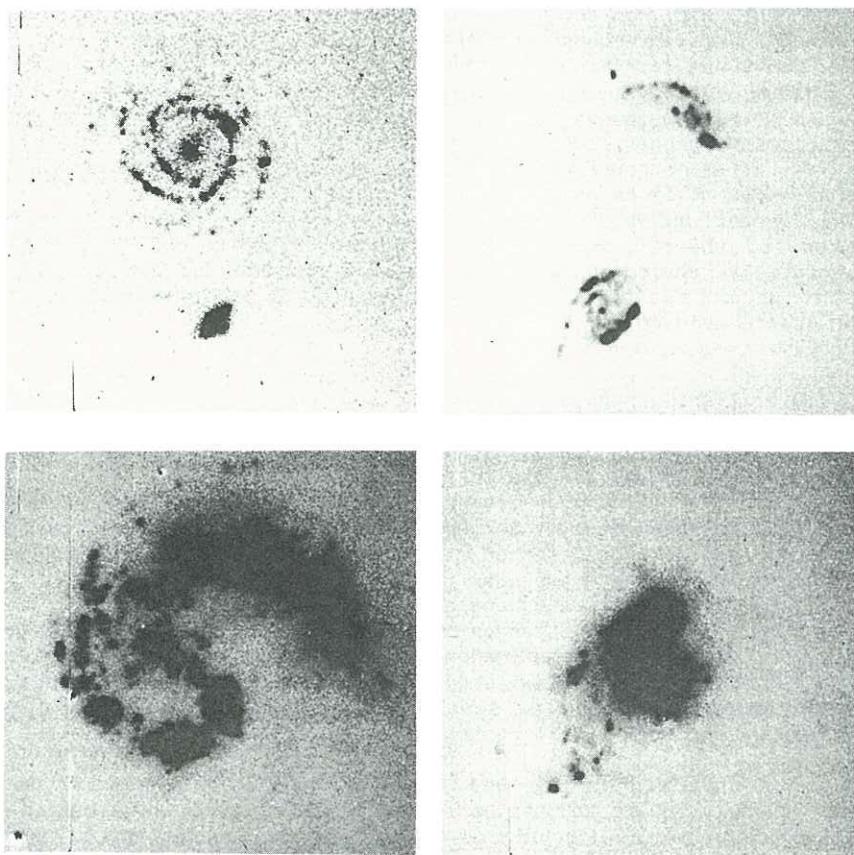


Fig. 3.5.11.

H α plus [NII] images of interacting galaxies. Clockwise from top left, the galaxies represented are NGC 5754 = Arp 297, NGC 5257/8, NGC 3690 and IC 694, NGC 4038/9. Noteworthy features include the "beads on a string" in 5754, the arcs of HII regions in 5257/8, the off-centre starburst nuclei in 3690, and the large HII region complexes and rings in 4038/9.

Elkaar beïnvloedende sterrenstelsels waargenomen in het licht van de spectraallijnen H α en [NII]. Opvallende verschijnselen zijn de "kralenketting" in NGC 5754 (links-boven), de boogvormige structuren in NGC 5257/58 (rechts-boven), de gebieden van stervorming buiten het centrum van NGC 3690 (rechts-onder) en de grote HII gebieden in NGC 4038/39.

the observational chances of finding a post-starburst dwarf are small, making the unusual galaxy NGC 1569 a very rare case indeed. This work is part of an ongoing study of NGC 1569 in several wavelength regimes.

3.5.2.9. Interacting galaxies

W. Keel, with various collaborators, has continued work on the response of spiral galaxies to the effects of interactions. An investigation with R. Kennicutt and K. Roettiger (Minnesota), J.M. van der Hulst (NFRA, Dwingeloo), and E. Hummel (MPI, Bonn), an investigation of global star formation has been completed for samples of both non-interacting and strongly interacting spirals (cf. section 3.2.4.3 for report).

The optical data used for this study, largely images in H α and the adjacent continuum as illustrated in Figure 3.5.11, allow considerable further analysis. Catalogues of HII region positions and H α line fluxes are being generated by Keel and C.J. Grundeken. When the measures are complete, comparison of luminosity functions and radial distribution of HII regions with those of otherwise similar, isolated galaxies may be performed. Also the spatial distributions of star formation with respect to the likely direction of tidal stress will be investigated in order to clear up the conflict between the evidences given by C. Arp (ESO) and P. Hodge (Washington).

Analysis of a 6-cm VLA survey of both interacting-galaxy and control samples has almost been completed (Hummel, van der Hulst, Keel, and Kennicutt). This study was especially intended to find weak, compact cores indicative of non-stellar processes. Radio continuum structures on scales of tens of parsecs are stronger in interacting galaxies, and more so for more strongly disturbed systems. However, relatively few compact cores are found in the interacting systems. This may be related to a previous finding for these samples (see Keel et al., 1985, A.J. 90, 708): although interacting spirals have more active nuclei than average, those with strong tidal disturbances have many fewer. This puzzling result has been confirmed for somewhat different samples in recent theses by A. Dahari (UC Santa Cruz) and H. Bushouse (Illinois). A plausible interpretation invokes a strongly time-dependent rate of gas feeding into the vicinity of a central massive object, with a more thoroughly disrupted velocity pattern (as in the later stages of an interaction) "starving" the nucleus. Considerable further work will be needed to explore this suggestion.

3.5.3. Active Galaxies

3.5.3.1. Active Galactic Nuclei

In an extension of de Grijp's thesis work, Keel, de Grijp, and Miley have begun identification of candidate active nuclei, found by IRAS, from the deeper additional observations. Over 1000 fields have been examined, most with coadded data from 3-10 separate slow scans. Based on IR spectral shapes of known active nuclei, infrared colour criteria have been used to select a subset of about 150 candidate active galactic nuclei best separated from normal or starburst galaxies at redshifts up to 1.0. Of the objects with a solid optical counterpart, 20 have been observed spectroscopically with the ESO 3.6-m or the INT; about 1/3 of them prove to be active nuclei, with redshifts from 0.05 - 0.2. A sample spectrum in Figure 3.5.12, shows broad hydrogen lines and strong Fe II emission. For the optically fainter candidates, the identifications are not secure due to errors in the IRAS positions. Efforts are underway to improve them by use of stars detected at 12μ .

In collaboration with R. de Grijp, P. Goudfrooij (student) has reduced 92 members of a homogeneous sample of Seyfert candidates from the IRAS-catalogue, observed spectroscopically during May 1985 by De Grijp and Valentijn with the 2.5-m INT at La Palma. Redshifts, linewidths and linestrength ratios of these objects are being calculated.

G.K. Miley, who is on an extended leave of absence at the Space Telescope Science Institute, Baltimore, U.S.A., until 1988, continued his research on various aspects of active galaxies. This work involved observations at optical, infrared and radio wavelengths. The hope is that a study of interrelationships between the different spectral regions will lead to a better understanding of nuclear activity.

3.5.3.2. Thermal-nonthermal Relationships in Active Galactic Nuclei

De Waard has completed his work on active galactic nuclei and reported the results in his Ph.D. thesis. A summary is given below.

a. Active galaxies on the scales of hundreds of kpc

In a search for extended low level radio emission, high redundancy WSRT observations were obtained. The analysis of the radio maps showed that for seven of the sources no significant emission is found on scales larger than a few kpc, but in the remaining two sources, 3C138 and CTA102, discrete secondary components and/or extended emission with less than a few percent of

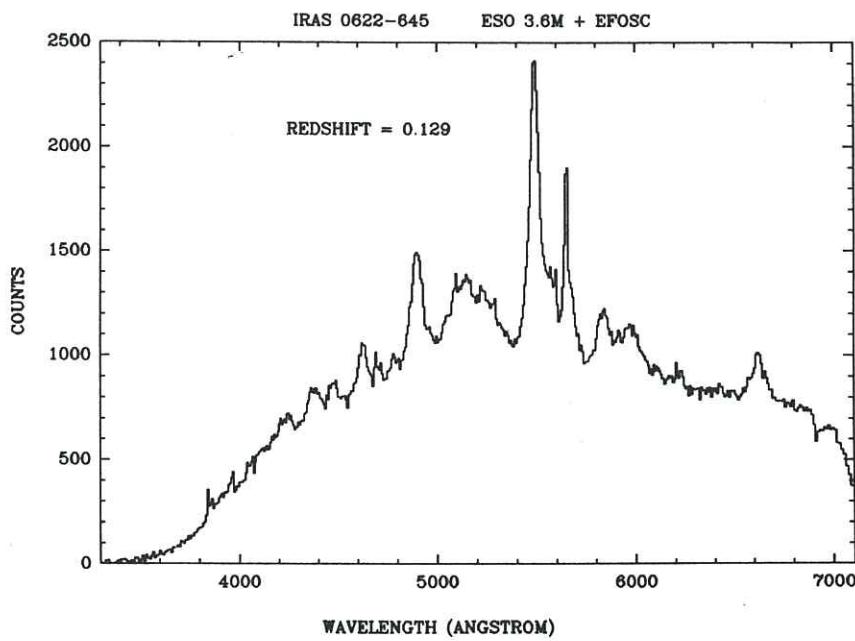


Fig. 3.5.12.

A broad-line AGN discovered by IRAS. The spectrum was observed with the ESO 3.6-m. This is an object with very strong Fe II emission. The host galaxy appears to be an elliptical, but no catalogued radio source is at this position, so it is not a classical radio galaxy.

Spectrum van een actieve kern van een sterrenstelsel. De emissie van Fe II is bijzonder sterk.

the peak flux density may have been detected on scales of tens to hundreds of kpc.

b. Active galaxies on the scales of kpc

A sample of 15 radio sources with well studied forbidden optical line profiles was observed with a four station EVN network at 21 cm. All sources but one were detected showing radio structures in the angular range of 30 to 150 milli-arcseconds. It is found that (i) the linear sizes of the regions containing the radio emitting plasma are similar to the dimensions deduced for the narrow line region containing the thermal gas responsible for the optical line emission; (ii) the large scale radio structure is well aligned with the nuclear structure; (iii) the nuclear radio structure in the well resolved Seyfert II galaxies is bent; (iv) the three Seyfert II galaxies showing a resolved, bent and complex radio morphology are among the sources with the most asymmetric and broadest [O III] emission line profiles.

c. Active galaxies on the scales of pc

There is considerable evidence of an association between the relativistic plasma responsible for the radio synchrotron emission and the thermal plasma responsible for the optical emission on kpc scale. To analyse whether such relationships can also be found on the scales of pc, a sample of 25 radio sources known to have broad features in their optical emission line spectra was studied with VLBI at 5 GHz. The observations were sensitive to structures in the range of approximately 1 to 100 milli-arcseconds. All but one of the 25 sources were detected. A tendency was found for sources with small ratios of flux density in the core compared to the extended structure (<0.2) to be aligned to within 10 degrees.

It was further concluded that (i) the linear sizes of the nuclear components are similar to those deduced for the broad line region in active nuclei, (ii) that indications are present that sources with largest linear sizes for their core components possess the most narrow profiles, while (iii) the most irregular and complex emission line profiles seem to be associated with sources of which the ratio of radio core flux density to extended radio lobe flux density is the lowest. These results are regarded as evidence of a relation between the synchrotron radio emission and the thermal emitting material in the galactic nucleus.

d. Active galaxies with core-dominated radio emission

First epoch observations of a radio and optical monitoring program have been carried out. Detailed radio VLBI maps at 5 GHz of four core-dominated quasars showing strong optical Fe II emission in their spectra have been obtained with an eight station global VLBI network. All four sources show two-sided nuclear radio structures. X-ray data indicate the presence of a mildly super-luminally expanding ($\gamma = 2.6$) radio component in the core of the

0736+016

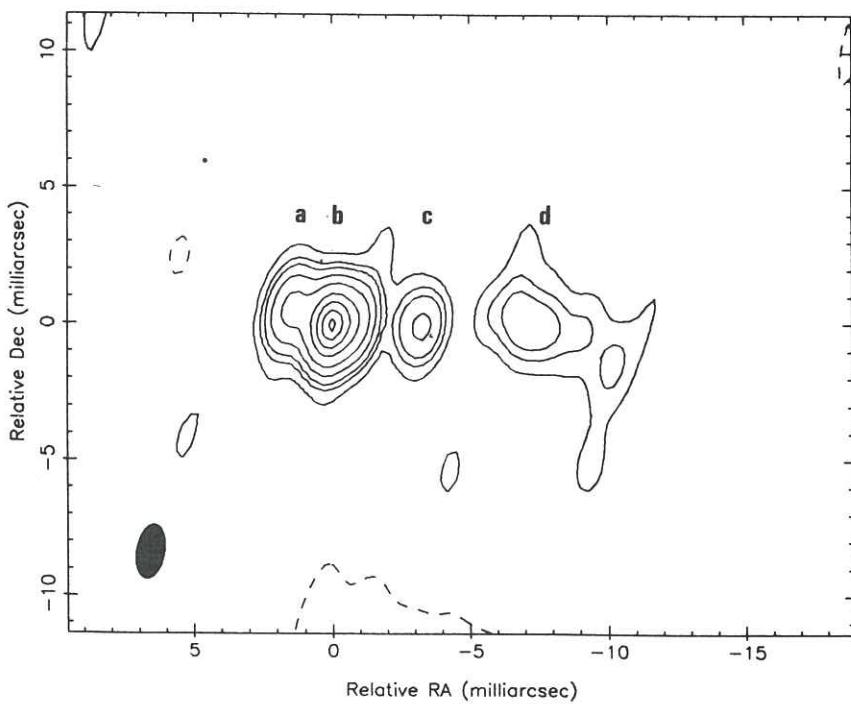


Fig. 3.5.13.

Hybrid map of 0736+017 at 5 GHz. Restoring beam 2 x 1 milli-arcseconds. Contour levels are -1.2, +1.2, 3, 5, 10, 20, 40, 60, 80 and 95 percent of the peak flux of 800 mJy/beam.

VLBI kaart van 0736+017 op 6 cm met een oplossend vermogen van 2 x 1 milli-boogseconden.

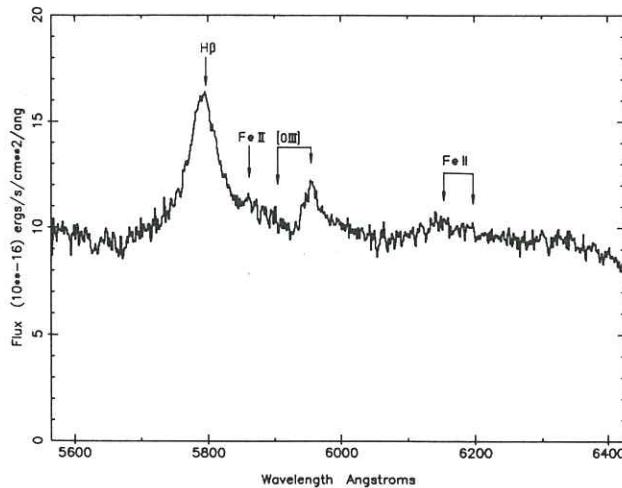


Figure 3.5.14.

CCD-optical spectrum of 0736+017 (epoch 1985.4) at redshift 0.191. Prominent features are indicated.

De belangrijkste banden in het optisch spectrum van 0736+017.

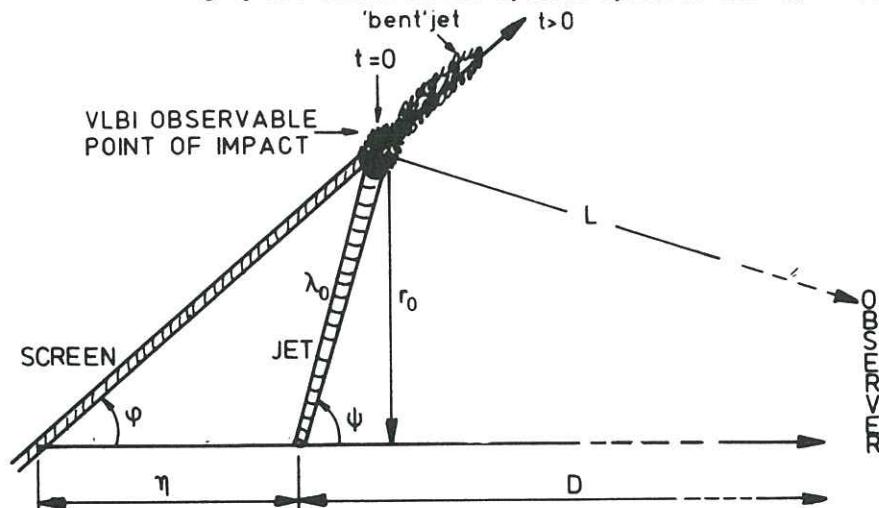


Fig. 3.5.15.

The jet-screen geometry.

De geometrie van een model ter verklaring van schijnbare bewegingen sneller dan het licht.

low frequency variable quasar 0736+017 (see Figures 3.5.13 and 3.5.14).

For three of the core-dominated sources and for a further four known or suspected superluminal radio sources, high resolution optical spectra containing several broad optical Fe II features and the broad H β emission line were obtained with telescopes at La Palma (Spain) and at La Silla (Chile). For two sources, 3C273 and 1510-089, two epoch optical spectra, separated by one year, have been obtained; there is no evidence of variability. An anti-correlation is noticed between the strength of the forbidden [O III] emission lines and the permitted optical Fe II lines in all objects, indicating high densities.

e. Screen models for superluminal expansion of radio sources

De Waard proposed a modified kinematic model as an explanation of the observed phenomena in superluminal sources (see Figure 3.5.15). It has the following characteristics: The model describes and predicts observational effects as the result of the interaction between a radio jet and a screen. It is assumed that the spot where the jet initially hits the screen, is observable with VLBI and marks the place where the jet is bent. After being bent, the jet remains "aligned" with the screen, producing the observed superluminal effects. Such a jet-screen model strongly favours superluminal expansion, while contraction will always be sub-luminal. The continuing interaction process between the bent radio jet and the screen should result in a VLBI observable "trail" of radio emission from the point of impact towards the head of the jet. It is shown that the predictions by the jet-screen model agree well with the generally observed one-sided core-jet radio morphology.

3.5.3.3. Spectroscopy of active galactic nuclei

During two observing runs at ESO and La Palma, G. Stirpe has obtained a number of high resolution spectra of H α and H β in Seyfert 1 galaxies and QSOs, which are now being used to study the dynamics of the broad emission line region (BLR). Most of the emission line profiles have a complex structure, and the whole sample exhibits a strong diversity of characteristics. In which proportion this is due to intrinsic differences in structure or to geometrical effects remains one of the main questions to be resolved. A precious tool which yields information on the radial structure of the BLR is the ratio of H α and H β as a function of velocity. The presence of blending Fe II emission lines and of the narrow line region emission introduces serious uncertainties when deriving the "pure" broad line profile of H α and H β . Many convolution effects disappear when the variations in time of the broad lines are studied. During the 13 months separating the observations of NGC 5548 (a known Seyfert 1 variable), the flux in

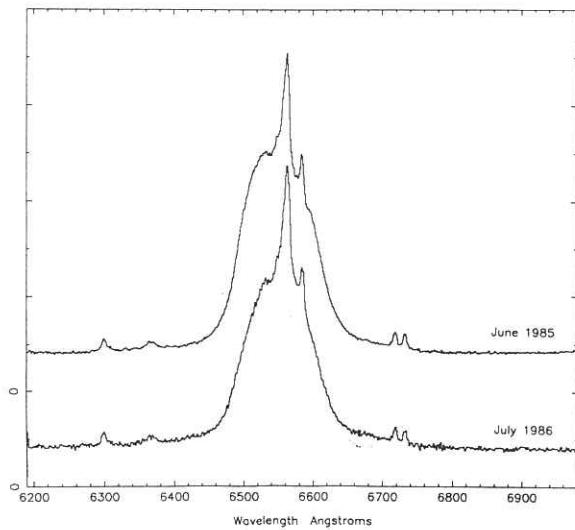


Fig. 3.5.16.
The spectrum of H α in NGC 5548, a variable Seyfert 1 galaxy, observed twice. The spectra are scaled so that the intensity of the narrow lines (known to be constant on short time-scales) is the same in both cases.

Het spectrum van H α in NGC 5548 tweemaal waargenomen. De schaling is zodanig dat de intensiteit in de niet variabele smalle lijnen hetzelfde is in beide spectra.

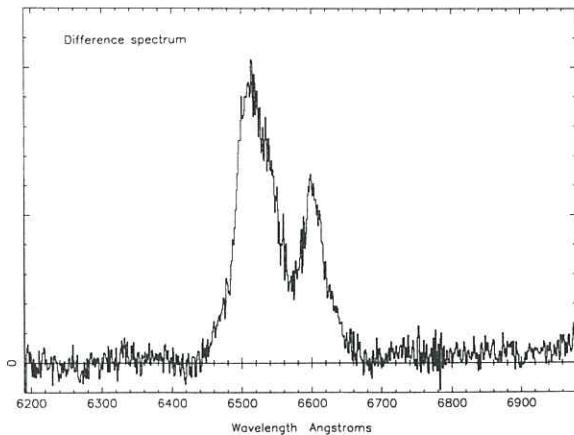


Fig. 3.5.17.
Difference of the two spectra shown in figure 3.5.16. The vertical scale is blown up by a factor 6. Note that the narrow lines cancel in the subtraction: the difference spectrum therefore originates entirely in the broad line region.

Het verschil van de twee spectra in figuur 3.5.16 op een zes maal zo grote verticale schaal. De smallelijnen verdwijnen het verschil van de brede lijnen blijft over.

the broad H α and H β has decreased by approximately 10% and 30% respectively (Figure 3.5.16). The profile of the difference spectrum (Figure 3.5.17), with its double peak strongly favours the accretion disk model. However, many of the individual broad lines show an asymmetry that an accretion disk alone cannot explain: therefore, attempts are now being made to build a multi-component dynamical model for the BLR, in which both accretion and radial motion are present.

3.5.3.4. Jets in active galaxies

Keel has been analyzing a set of multicolour, high-quality images of radio galaxies with strong jets, to detect the optical synchrotron continuum in these objects and measure the shapes of spectral turnovers. Using the GRASP galaxy photometry package, modified by M. Franx and Keel, it is possible to model and subtract the elliptical-galaxy light to extremely high accuracy, even in the presence of "bary" isophotes. The jet of NGC 6251 is clearly detected in three optical passbands, with evidence of a mild spectral break or turnover in the near IR. The multiple components of the 3C273 jet are being mapped. Further analysis, involving cross-correlation with the radio maps, will be used to search for very faint emission in 3C219, 3C296, 3C449 and B2 1321+31.

Most of the data have excellent pixel sampling across the seeing disk. For M87, a certain amount of image restoration is possible thanks to high signal-to-noise. At an effective resolution of 0.6 arcsec, the line structures appear as seen in radio maps. There is some indication of a strong point source near knot A that does not appear in the radio; if confirmed, this might account for reports of variability in the jet. Various knots are found to have different turnover frequencies, all within a relatively narrow range and all compatible with a truncated power-law distribution of particle energies. The sense of these differences is such that the optical appearance exaggerates the contrasts in energy content along the jet.

3.5.4. Large Scale Polarization Studies of Radio Galaxies

Together with Miley, Strom and Van der Laan, Jägers has finished his study on the polarization of radio galaxies. In 1980 a sample of extended extragalactic radio sources was selected for low frequency polarization mapping. The maps resulting from observations with the 3-km Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) at 0.6 GHz were compared with maps at 1.4 GHz made with the 1.5-km WSRT. In 1986, the observational results were interpreted, focussing on two subjects.

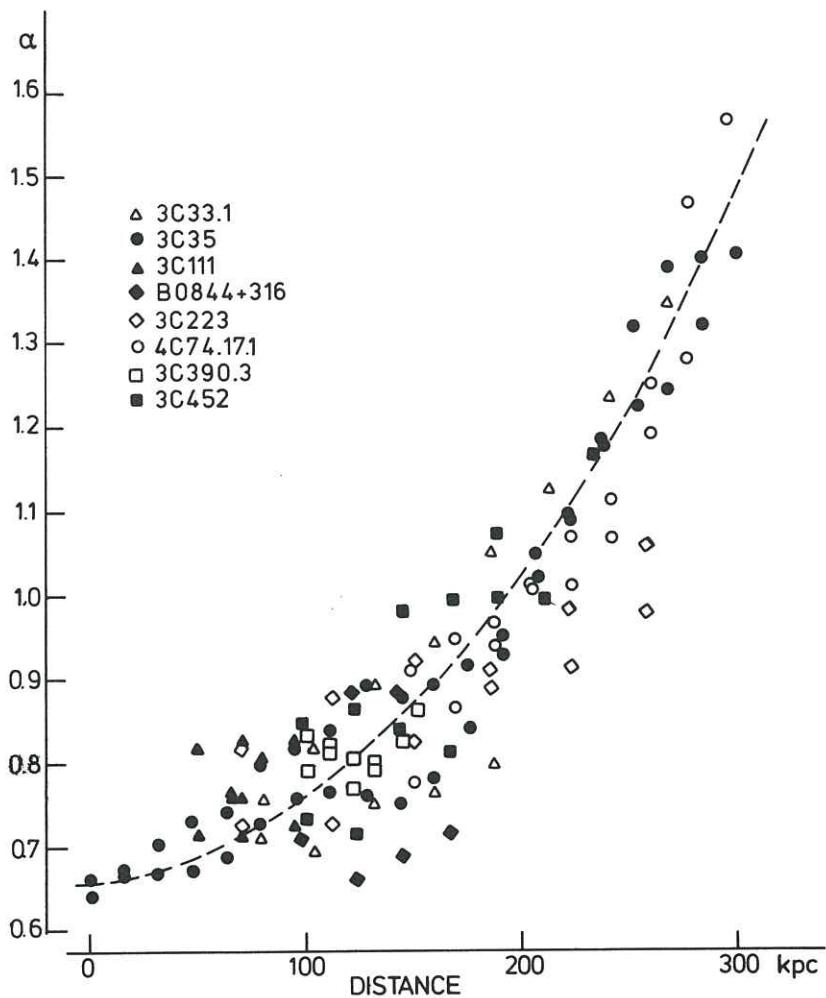


Fig. 3.5.18.

The distribution of the integrated spectral indices between 0.6 GHz and 1.4 GHz along eight narrow edge-brightened double radio sources, versus the linear distance scales. The continuous line represents a least square power law fit to the data points. The distance along the abscissa is the distance to the nearest hot spot.

De verdeling van de spectrale index tussen 21 cm en 50 cm golflengte voor acht dubbele radiobronnen met heldere randen. Langs de x-as afstanden tot de dichtstbijzijnde "hot spot".

a. The Spectral Index Distribution

The spatial distributions of spectral indices of sources which contain hot spots and those which do not differ significantly. The spectra of the edge-darkened doubles and head-tail sources steepen from the core outwards while the spectra of the edge-brightened doubles (Figure 3.5.18) steepen from the outer high intensity parts towards the galaxy centre excluding the radio core itself. This is consistent with the ideas that (1) particle acceleration in radio sources takes place both in the nuclei and in the shocks associated with hot spots at the edges of the most luminous radio sources and that (2) in the hot spots a considerable portion of the observed radiation is produced by electrons flowing backward towards the nuclei. Flow velocities of approximately 10^4 km/s would explain the observed spectral variations in this simple model. However, severe discrepancies between the lifetimes deduced for the radiating electrons and the time needed to transport them from the cores or hot spots to the lobes seems to imply that the particles are produced or re-accelerated locally in the lobes. Localized particle acceleration throughout the lobes would reduce the derived flow velocities below 10^4 km/s.

b. The Distribution of the Depolarizing Medium.

It is clear that there is no simple answer to the question of the whereabouts of the depolarizing material. Depolarizing thermal gas is everywhere, but the circumstances of the radio sources determine whether it will be concentrated and thus depolarize the radio source significantly. These effects play a role in both small and large scale structures, optical line emission regions at the one extreme and galaxy clusters at the other. The concentration can have several origins. It has been suggested that the thermal gas is carried outward with the relativistic plasma responsible for the radio emission. The thermal gas forms clouds of approximately $10^6 M_{\odot}$ with densities of 10^2 to 10^3 cm^{-3} at the edges of radio sources. These clouds depolarize the radio emission strongly resulting in a steep decrease in polarization with wavelength. For larger radio sources this effect seems to play no role, as most of them are still significantly polarized at 49 cm and the depolarization is strongest at the centres of the radio lobes. This means that the depolarizing material must be largely internal to the components. The depolarization behaviour (Figure 3.5.19) is consistent with gas in hydrostatic equilibrium trapped in the gravitational potential well of the central elliptical galaxy. It forms a large scale halo. A number of these haloes in a cluster combine to a depolarizing medium with a high density (10^{-2} - 10^{-3} cm^{-3}) over large distances. Radio sources in rich clusters (such as Abell 2256) are depolarized at shorter wavelengths than other radio sources. Radio sources associated with elliptical galaxies distributed in groups with overall densities of 10^{-3} to 10^{-5} cm^{-3} are still polarized at long wavelengths ($\geq 49 \text{ cm}$). Evidently, studies of radio depolarization at long wavelengths

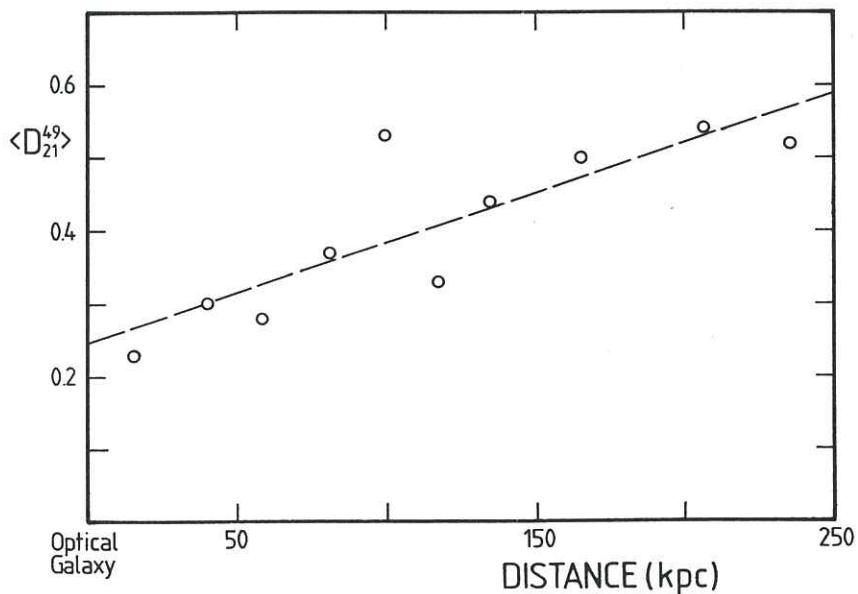


Fig. 3.5.19.

Average values of %P49/%P21 (polarization percentages) as a function of distance from the optical galaxy for the sources studied by Jägers. The bin width (along the abscissa) has been determined by the requirement that an equal number of measurements should go into each average. The dashed line is a least squares fit to the data points.

De verhouding van de percentages polarizatie in de door Jägers bestudeerde radiobronnen.

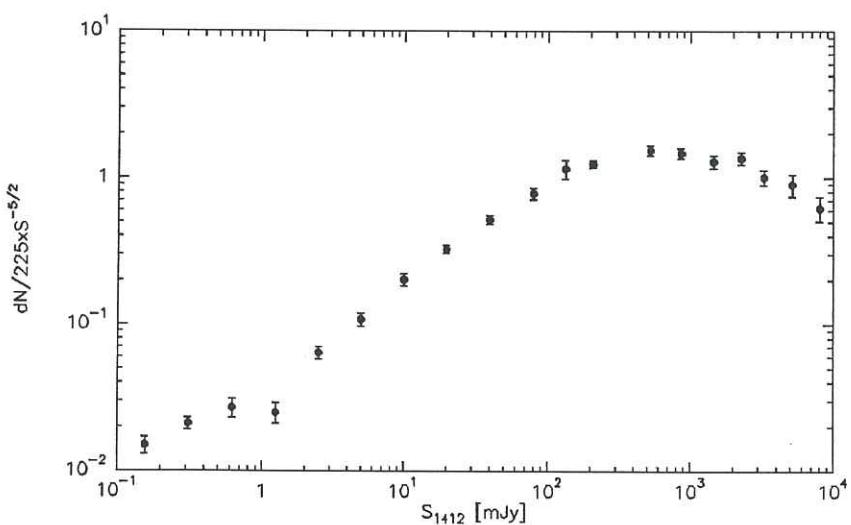


Fig. 3.5.20.

The 1412 MHz amalgamated differential source counts, normalized to a Euclidean count of $225 \times S^{-5/2}$.

Differentiële bron tellingen bij 21 cm golflengte.

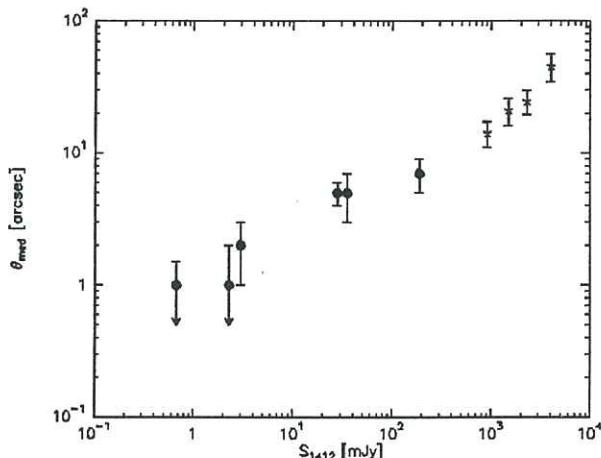


Fig. 3.5.21

The median angular size of radio sources as a function of 1412 MHz flux. Asterisks denote values determined with a $>10''$ beam, circles those made with a $1''$ beam.

Schijnbare mediaan afmeting van radio bronnen als functie van de fluxdichtheid bij 21 cm.

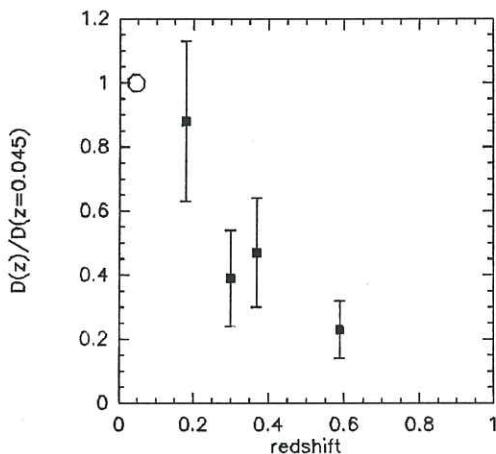


Fig. 3.5.22.

The median linear size of elliptical radio galaxies in redshift intervals, normalized to the "local" median at the same radio luminosity.

De relatieve lineaire afmetingen van elliptische sterrenstelsels bij verschillende roodverschuivingen.

provide useful information on gas densities, complementing that obtained from X-ray observations of halos around elliptical galaxies.

3.5.5. Population Studies and Radio Source Statistics

3.5.5.1. The deep 1412-MHz counts

M.J.A. Oort has continued his study of the properties of the radio galaxy populations at low ($S_{1.4\text{ GHz}} < 10 \text{ mJy}$) flux densities. The new 21 cm deep survey (noise 15 μJy) of the Lynx.3A field together with the Leiden Berkeley Deep Survey (LBDS) made by Windhorst, van Heerde and Katgert (1984) form the basic framework for these studies.

The Lynx.3A field and two LBDS fields in Hercules, re-observed with three times better signal-to-noise, allowed a more accurate determination of the shape of the differential source counts between .1 and 10 mJy. "Amalgamated" source counts were constructed by Katgert and Oort, using survey results available in the literature (Figure 3.5.20). The upturn in the counts is confirmed by the new data albeit at somewhat lower flux density.

High resolution (1''5) VLA observations of radio sources have now been extended to the 0.5-1 mJy flux density range. In contrast with what was believed to be the case - and was modelled extensively - the median angular size of radio sources continues to decrease with decreasing flux density below 10 mJy (Figure 3.5.21). This is a consequence of two factors: (i) The decrease in median linear size of the "red" (elliptical) radio galaxy population with redshift is much stronger than was expected (Figure 3.5.22); the coefficient in the relation has, for the first time, been determined directly from our high resolution data in combination with other (lower redshift, higher radio power) samples. (ii) The blue radio galaxies, which begin to dominate the radio source populations below 10 mJy, are predominantly unresolved, even with a 1" beam.

Katgert and Oort used the prime-focus CCD of the 2.5-m INT at La Palma to do photometry in V and R of the radio sources in the Lynx.3A field to a limiting magnitude of ~23 (V) and ~22.5 (R) respectively, allowing identification of 45% of the radio sources.

Oort carried out 6-cm observations with the WSRT of blue radio galaxies to obtain four-point (92, 50, 21 and 6 cm) spectral indices of these objects. It seems that, although most blue radio galaxies have normal ($\alpha \approx 0.7$) spectra, a significant fraction have flat or inverted spectra, peaking around 20 cm. A number of these are variable on a scale of 1 year.

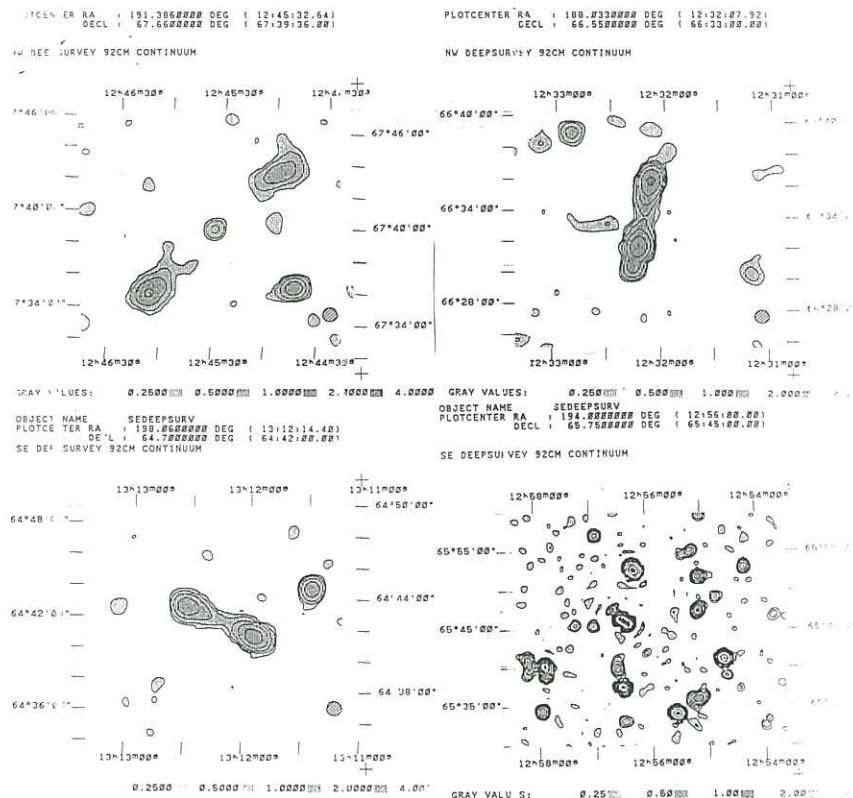


Fig. 3.5.23.

Extended sources in the Draco 92-cm fields. The figure at lower right shows a Zwicky-cluster near the centre of the Se-field. Contours are at $+2\sigma, +4\sigma, +8\sigma, \dots$ ($1\sigma=0.6$ mJy).

Uitgebreide radiobronnen waargenomen in het sterrenbeeld Draak op 92-cm. Rechts onder een "Zwicky-cluster".

3.5.5.2. 327-MHz WSRT fields in Draco

Wieringa, de Bruyn (NFRA, Dwingeloo) and Katgert have continued their reduction and analysis of two 92-cm WSRT fields in Draco (-12h 40m, 66°) observed for 6x12h each in 1985.

The continuum maps have a 1σ noise of 0.6 mJy/beam and 400-500 sources (above 5σ) per field. The spatial distribution of the sources has been studied using the two-point correlation function: after correction for the primary beam attenuation no significant deviations from a random distribution are found on scales from 0.1 to 2 degrees. Percolation analysis will be tried as a next test, it being more sensitive to the filament-like source distribution suspected when looking at the maps.

The source counts at 92 cm seem to be consistent with the 21-cm counts when the spectra of the sources are taken into account properly. The spectral index distribution will be studied in detail using 49-cm observations of the two fields to be made in 1987, and using two 6x12h, 92-cm observations of fields in U Mi and Lynx, which have also been observed at 21 and 49 cm. In addition 10 extended sources (cf. Figure 3.5.23 for some of them) have been selected as candidates for "fading radiogalaxies"; these are currently being observed at 21 cm to determine their spectral index and the possible existence of a radio core; accurate positions will allow optical identification work.

The line analysis, which is aimed at the detection of 21-cm HI-emission at $z=3.3$, has proceeded slowly because of strong solar interference in the maps. During this year it has become clear that adequate modelling of the radio emission of the sun is not possible if the sun is not totally inactive. Therefore all data in which the sun was visible were deleted. The 14 maps (after subtraction of the continuum) each have an effective bandwidth of 0.2 MHz (190 km/s) and a 1σ noise of 1.4 mJy/beam at full resolution (51''), or $T_b=8.5$ K. By spatial convolution the 1σ -value for T_b goes down to ~ 1.0 K at 4'-resolution. At these low levels, however, new systematic effects in the maps have been found which will have to be eliminated before firm limits on the neutral hydrogen content of the Universe at $z=3.3$ can be given.

3.5.5.3. 327-MHz observations of the Lynx field

Under the guidance of M.J.A. Oort, Steemers (student) has worked on 327-MHz (92-cm) observations of the Lynx-field. These observations were done with the WSRT in January 1984 by Windhorst and Oort. Parts of the field were observed previously at 21 cm, 50 cm and 6 cm. The reduction with the relatively new DWARF-package took up the larger part of the year.

Comparison with the maps at the other frequencies shows that the spectral index distribution seems to be different than expected previously. Instead of a median spectral index of about 0.75 we

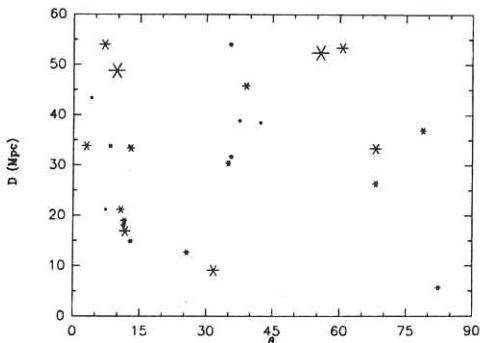


Fig. 3.5.24.

The difference (θ) between the cluster position angle and the position angle defined by the direction to the closest neighbouring cluster, versus the spatial distance to the closest neighbouring cluster. Symbol size is proportional to the elongation strength of the cluster.

Het verschil in positiehoek tussen de richting van de grootste afmeting van een cluster en die van de richting naar de naastbijzijnde cluster, uitgezet tegen de afstand tot de "buur" cluster.

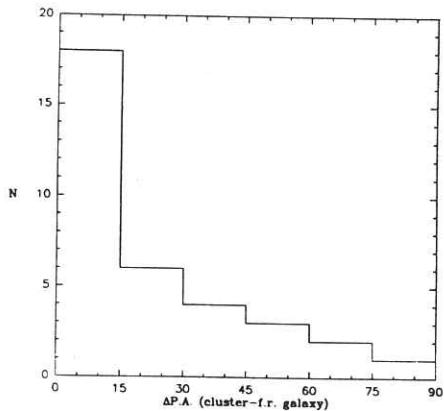


Fig. 3.5.25.

The absolute frequency distribution of the difference between the cluster position angle and the position angle of the first ranked galaxy.

Statistiek van het verschil in positie hoek tussen de grootste afmeting van een cluster en die van het grootste sterrenstelsel in die cluster.

found a value in the order of 0.6. This is partly due to the relatively large number of flat spectrum sources seen. But even without these sources, the median spectral index lies somewhat below 0.75.

With the derived spectral index distribution the 21-cm source counts were transformed to 92-cm, and compared them to our own source counts. The agreement is satisfactory, except at the lower flux bins, where the derived counts lie below the transformed 21-cm ones. This may be explained by confusion in the 92-cm map.

3.5.6. Large Scale Structure in the Universe

3.5.6.1. The structure of galaxy clusters

Rhee and Katgert have continued their observational study of the large scale structure of the Universe. The largest structures known to date are superclusters, having typical length scales of several tens of Mpc and typical masses of order 10^{15} to 10^{16} M \odot when a Hubble constant of $H = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ is used (see e.g. Oort 1983). These superclusters provide evidence for correlation in the mass distribution over large distances. These correlations are most likely the result of early fluctuations. The general characteristics of the mass distribution on such large scales are not yet well known.

Binggeli (1982) studied the shape and orientation of clusters of galaxies taken from the Abell catalogue. He found that out to distances of 30 to 40 Mpc neighbouring clusters appear to point to each other. Struble & Peebles (1985), using a larger sample, did not find such a directional correlation and concluded that Binggeli's result was a statistical mishap.

Using objective methods for finding galaxies on Palomar Sky Survey plates and calculating cluster elongation strengths and directions, the discrepancy was explained between the Binggeli and Struble & Peebles results. In a preliminary sample of 37 clusters first ranked galaxies tend to be very well aligned with the clusters in which they lie (see Figure 3.5.24). Strongly elongated clusters are also well aligned with their nearest neighbour (see Figure 3.5.25, Rhee and Katgert 1986).

Rhee and van Haarlem have finished the scanning and reduction of a sample of 110 Abell clusters. These clusters were selected using redshifts obtained at La Palma (Isaac Newton Telescope) in May 1986. Van Haarlem, Katgert and Rhee are now analysing this sample with a view to seeing if the Binggeli effect can be confirmed in an objective manner for a sample of Abell clusters that is complete out to a redshift of 0.1. Methods are also being developed for quantitatively describing the substructure in Abell clusters. Rhee and van Kampen are developing methods for accurately measuring galaxy position angles using digitised images to study position angle correlations of galaxies within clusters.

3.5.6.2. Oort reviews principal questions

J.H. Oort made a review of the principal insights on the large-scale structure and evolution of the universe attained in recent years, and composed a list of what he considers the principal questions to be asked.

The review is part of a volume dedicated to V.L. Ginzburg at the occasion of his seventieth birthday (editors V.L. Keldysh and V.Ya. Faynberg).

3.6. Radio astronomical research at the Astronomical Institute of Nijmegen

Editor: W.W. Shane

Van der Burg and Shane finished their investigation of the mass distribution of the Sombrero galaxy, NGC 4594, using WSRT HI observations and they conclude that the disk of this early type galaxy is not much different from the disks of later type galaxies. The halo, on the other hand, is much different from the haloes of late type spirals: it has a much smaller mass to light ratio. In an attempt to follow up this van der Burg and van Maarseveen obtained HI observations of two galaxies which are morphologically similar to the Sombrero-galaxy. One remained undetected. The other has a measureable amount of HI, but it is restricted to the inner parts so that it is not suitable for a detailed kinematical study.

The amount of dark matter was also investigated in other galaxies. Van der Burg and Hoevers analysed HI observations of 3 galaxies each of which has one to several companions which can be used to estimate the galaxy's mass. In two cases evidence for a large amount of dark matter outside the optically visible part of the galaxy was found. Results for the third group are inconclusive and no dark matter is required to explain the kinematics.

Hulsbosch completed his survey of High Velocity Clouds in the Northern Hemisphere. A grid of about 28000 points was observed and ~8000 clouds were found with velocities >80 km/s. A detailed catalogue is in preparation.

Shane continued investigating the properties of isolated galaxies and analysed the HI observations of three more objects. Though few really isolated galaxies have been examined thus far, there is no strong indication that isolated galaxies differ systematically from non-isolated galaxies.

Caspers, Smeets and Cuypers studied three galaxies (NGC 2146, NGC 5194 and NGC 2685 respectively) which have extended HI envelopes or outlying HI complexes. The origin of these HI envelopes or HI complexes is not necessarily the same. The gas around NGC 2146 is thought to be due to a collision between this galaxy and a tenious intergalactic cloud. The gas around NGC 5194 (M51), on the other hand, appears to be a long spiral arm extension with a distorted velocity pattern suggesting a kinematic disturbance and a low departure from the inner plane which probly a result of gravitational interaction with the companion NGC 5195. The origin of the gas distrbution in NGC 2685, which can best be described as polar rings, is probably the disruption and subsequent in-fall of a small companion galaxy.

Hulsbosch used the Dwingeloo 25-m telescope to search for protogalaxies or primordial gas clouds in three known voids. It is of interest to provide good limits to the measure of HI clouds in

voids. Results for only one void were not hampered by interference (high redshift HI observations must be done outside the protected 21-cm band) and provide a useful limit indicating that protogalaxies in voids do not contribute more than 0.1% of the critical density of the universe.

3.7. Radio astronomical research at the Utrecht Observatory

Editor: A.D. Fokker

1. Solar work

Radiospectrographic records, obtained with the 36 channel spectrograph, that operates in the band 4 - 8 GHz with a time resolution of 1 ms in two polarizations, were further analysed by M. Allaart and J. van Nieuwkoop. The information was digitally recorded on video tape. It turned out that the loss of the four least significant bits, mentioned in the previous report, applied to the observations of 1983 only. The data obtained previously proved very valuable and thanks to the insight gained therefrom it was possible to extract information from the 1983 data as well. The facility for the data reduction was transferred from Utrecht to Dwingeloo Observatory in order to connect it directly with the video recorder. All the information was compressed (50 scans per second) onto computer compatible tape and was moreover put on film. Sporadic fine-structures were noted, with lifetimes less than 1 second, that are reminiscent of certain structures seen at decimeter and meter wavelengths. An account of the phenomena observed is in preparation.

A.D. Fokker made a little extension to his former study of the paths of electrons that excite Type III bursts. The same procedure used in that study was applied to construct a model for the way the source's extent changes during the burst's lifetime. The model proved helpful for the interpretation of observations obtained with the radioheliograph of Nançay Observatory (cooperation with M. Pick and A. Raoult).

2. Flare stars

G.H.J. van den Oord and J.M.E. Kuijpers started an analysis of the impact of particle beams on a stratified medium. Especially differences in energy and momentum deposition and the radiation signature at radio and X-ray wavelengths are being investigated for electron and proton beams. Similar to solar flares it is expected that particle beams play an important role in the impulsive phase of a stellar flare, during which the flare energy is released. Stellar flare observations indicate that during the impulsive phase the flare emission sometimes shows a sharp peak at optical wavelengths, followed by a small increase of emission in X-rays. This increase is much smaller than expected from a comparison with solar flares. During this period the radio emission remains constant or is absent. The peaked optical emission requires the bombardment of chromospheric and photospheric layers by

a beam of energetic particles followed by a flow of heated chromospheric material into the corona. The question is why the inflow of plasma is so small. It is found that proton beams can inhibit the inflow of chromospheric material into a coronal loop more effectively than electron beams can. The radiation efficiency in hard X-rays and at radio frequencies is much lower for proton beams than for electron beams. Therefore various observations of stellar flares can be understood when proton beams carry a large fraction of the flare energy into the lower atmospheric layers.

An example is the observational study of the dMe flare star binary system YZ CMi during quiescent periods and during a flare. The system was observed during an international campaign, using WSRT (326.4 MHz), EXOSAT and SAAO (photometry and spectroscopy). The participants were J.G. Doyle, C.J. Butler (Armagh), B.M. Haisch (Palo Alto) and Van den Oord and Kuijpers. The absence of radio emission during quiescent periods could be used to derive lower limits for the coronal plasma density. Calculations show that absence of radio emission during the flare can well be interpreted by invoking highly energetic proton beams.

Van den Oord has investigated the equilibrium configuration for a current carrying filament in a binary star system. He extended the analyses of Van Tend and Kuperus, taking into account the boundary conditions at the surfaces of both binary components. In order to give an appropriate description of the boundary conditions, a mathematical framework was developed to treat the surface currents running on a sphere. Several equilibrium configurations have been identified and in at least one of these the current can freely develop. When the filament moves from one equilibrium position to another, the magnetic configuration in the system changes and automatically neutral sheets are formed where reconnection and particle acceleration can take place. The possibility to keep a filament in a binary system for a longer period is necessary for the explanation of long lasting and recurrent radio flares in RS CVn systems. The persistency of these flares suggests that the filament in a binary system is long-lived.

A. van Houwelingen and Van den Oord finished their analysis of radio observations of five RS CVn systems. The study resulted in the first detection of a RS CVn system at 608.5 MHz. The detection of the onset of a radio flare in UX Ari and the observed decay of a flare in HR5110 can be understood in terms of an expanding loop model. In this model a flaring loop on one of the binary components starts to expand and subsequently fills the binary system on a time scale of hours. It could be inferred that during the expansion energetic particles have to be injected continuously. In the meantime the spectrum changes from optically thick to optically thin and after expansion the energetic particles loose their energy by synchrotron losses. Simultaneous VLBI observations support this interpretation.

Van den Oord and R. Mewe (SRON) started the analysis of an X-ray flare observed on the RS CVn system σCrB. The excellent

quality of the data allowed a very good determination of the evolution of temperature and density in the flaring volume. Also it was possible to conclude that the energy release is caused by anomalous current dissipation due to ion-acoustic turbulence in current sheets. The radio observations (1412 MHz), which unfortunately did not cover the flare, indicated the presence beforehand of highly energetic particles which emitted synchrotron radiation at an approximately constant flux level of 7 mJy for eight hours. Since the collisional energy loss time is shorter, the particles have to be accelerated constantly. It is expected that the acceleration is closely related to the heating mechanism of the quiescent corona. This entanglement of coronal heating and acceleration has also been found for Algol.

3. Radio pulsars

A.D. Fokker continued and finished his analysis of the (P, P)-diagram of radio pulsars. He derived an empirical expression that describes the luminosity decay of pulsars and also pointed out a mistake in a previous attempt to infer the luminosity decay. For various reasons he abandoned his original idea that the (P, P)-diagram conveys information on the behaviour of the emission beam.

4. ENGLISH SUMMARY

4.1. Reports of the Board and the Program Committee

4.1.1 Report of the Board

The Netherlands Foundation for Radio Astronomy is responsible for much of the technical and instrumental support for the astronomers based at the Dutch Universities. Traditionally the Foundation has concentrated its efforts on techniques at radio wavelengths and on exploitation of a single instrument, the Synthesis Radio Telescope in Westerbork. Although that telescope remains the prime responsibility of the Foundation, the activities have been considerably expanded since joining, in 1981, a consortium with Great Britain to operate major and diverse facilities on La Palma, in the Canary islands, and on Mauna Kea, on the island of Hawaii. This cooperation has necessitated extending the activities of the Foundation to include responsibility for some aspects of optical telescopes of 1-m, 2.5-m, and 4.2-m diameter on La Palma, as well as of the 15-m telescope operating at submillimeter wavelengths on Mauna Kea. The necessity to work in the optical and millimeter regimes, as well as in the radio, has required re-outfitting of laboratories in Dwingeloo and reschooling of staff. The production capacity and range of the Foundation's work has increased enormously over the past half decade, and has done so with a constant staffing level.

Responding to the new challenges, the Board of the Foundation joined other representatives of the Netherlands astronomical community in the preparation of a long-term plan entitled "The Strategy of Dutch Astronomy", which was presented to the Minister of Education and Sciences in April. This long-term Strategic Plan also contained the response of the community to the report of the Foreign Evaluation Committee, which had been called on ZWO's behalf by the ASTRON Foundation in late 1985 to evaluate all aspects of Dutch ground-based Astronomy, including the work and facilities of the Foundation for Radio Astronomy.

The report of the AFEC committee was positive in its evaluation of Dutch astronomy; it was at the same time challenging in ways which the Board fully endorses. Specially addressing the concerns of our Foundation, the AFEC stressed that "...continued upgrading has kept the SRT at a world level of excellence", and that innovative upgrading must continue. The AFEC also strongly endorsed the UK/NL co-operation: "Not only does this make available to Dutch astronomers ready access to northern-hemisphere optical, infrared, and submillimeter facilities of world class; it also enables them to carry out the optical, infrared, and submillimeter follow-up of Westerbork observations..."

Consultations on the consequences of the Strategic Plan took place in Dwingeloo on September 9 between the Boards of the Foundation for Radio Astronomy and ASTRON, the director of ZWO, and a delegation from the ZWO advisory body, Gio-E. Particular attention was given to the serious financial problems which the Dutch astronomical community faces during the years 1987-1991 following from obligations to the UK/NL collaboration. During that period there is a temporary overlapping of capital expenses with operation expenses for the telescopes and activities at the La Palma and Mauna Kea observatories. In the initial stages of the collaboration, Dutch astronomy was able to account for the smaller amounts involved in the overlap by delaying maintenance on the SRT and by not undertaking new initiatives for front-line capabilities. The amounts involved are now too large for such an approach, which, in any case, is not a desirable one. The Board is determined that further delay of essential development work to keep the SRT at the vanguard of its potential is irresponsible. It is therefore particularly pleased that the ZWO Board has made available support for this overlap problem for the financial year 1987. Efforts continue to find a structural solution to this temporary, but serious problem.

It was very evident to the Board that the commitments which had been necessary in the initial stages of the UK/NL co-operation could not continue to preclude important developments supporting the SRT. Retaining the status of the SRT as a world-class instrument requires constant maintenance and innovation.

Once every year or two, a brainstorming meeting has been organized to probe for ideas within the community of WSRT users regarding extending the effectiveness of the facility. A.G. de Bruyn organized a particularly lively meeting, held in June, of the Westerbork users. The principal improvements which the users would like to see made as soon as possible are multifrequency frontends, enhanced sensitivity, and additional capabilities at higher frequencies. Financial support for a project to realize these wishes was requested towards the end of 1986.

Rewards of innovations sown earlier were reaped during 1986 by those who made use of the 92-cm capability of the telescope. Future use of the telescope was very much in the vision of those planning for expansion of VLBI to include stations in space and those, led from within the Foundation by R. Schilizzi, vying for international support for a data reduction facility of the European VLBI network. Plans by the European Consortium for Very Long Baseline Interferometry for such a facility to be headquartered in Dwingeloo resulted in an application to be made to the European Community for support at the 15 MECU level. A colour brochure was prepared in support of this application.

During the year, involvement in two space VLBI missions was under investigation. ESA was re-evaluating its role in the QUASAT mission after delays in the NASA Explorer program following the Challenger disaster. Feasibility studies were carried out in

Dwingeloo on production of a space-qualified, uncooled 6-cm receiver for a Soviet VLBI satellite RadioAstron.

Several of the Westerbork telescopes were outfitted with new drives, and several were outfitted with augmented counterweights to account for the weight of additional equipment. Successful observations of pulsars were made with the WSRT using the VLBI adding box. The completed 350 GHz receiver was shipped from Dwingeloo to Hawaii and successfully installed on the James Clerk Maxwell Telescope. First light with this system on the JCMT occurred on 16 December, with a detection of the CO J=3-2 line in the Orion Nebula. The standard JCMT IF system was installed and handed over to the telescope team. The design was completed of a semi-custom chip, which will form the basis of a 2000 channel, 2 GHz wide, digital spectrometer to be delivered to the JCMT in 1988. NFRA accepted formal responsibility for the contract with RGO to build the "Utrecht Echelle Spectrograph". The Foundation continued its work on the standard database and archiving system for La Palma data, and additional work was done on remote observing capabilities. The research and development phase of the CCD controller project was completed.

The Dwarf reduction package was installed in Leiden and in Groningen, where it is widely used; it is especially valuable for the redundancy-package. The ESO MIDAS package was installed in Dwingeloo. The NRAO AIPS software continues to be used heavily. As a result of the large amount of data processing carried out in Dwingeloo the demand on computertime at all hours of the day and all days of the week has risen to such a level that an increase of capacity becomes imperative.

The capabilities of the WSRT system at 49 cm were threatened by plans for a powerful television transmitter in northern France. To a large extent as a result of efforts made by NFRA staff, these plans were fortunately cancelled for the time being, but not before they had caused considerable concern. A final solution is still to be found.

The year 1986 saw substantial deliberations by the Board on general questions of staff career guidance, promotion policy, and job descriptions. The need for such deliberations had become clear by several cases of well-deserved promotions being delayed for lack of a clear policy, and by the obviously changing role of the personnel as they adapt to the challenges of the changing technique. The most recent management policy for NFRA's academic staff, which is the direct concern of the Board, had dated from 1974, when the role of the Foundation was much more limited than it is today. Then, the Foundation activities were directed to a single telescope, involving essentially a single technique; now, with a staff which is no larger, the Foundation activities cover a wide range of the electromagnetic spectrum and consequently a range of quite distinct techniques.

The board formed from its midst an ad hoc committee, chaired by H. van Woerden, and comprising further C. Kramer and J. van

Nieuwkoop, to consider the general matter of personnel policy within the Foundation. The van Woerden committee included in its work consultation with staff members and investigations of the situation at the sister ZWO foundations in physics, FOM and AMOLF, as well as at the Philips Corporation. Their deliberations resulted in a discussion note entitled "The staff career policy of the NFRA", which was presented to the Board in September. This provisional report was being discussed within the Board, and in consultation with the management in Dwingeloo, as the year under review ended. These discussions are leading in a natural way to a general review of the administrative structure of the Foundation, which has remained essentially unchanged since 1970. The completed report of the van Woerden committee is expected in 1987.

The summer student program of the Foundation is now well established. During 1986, four students (two from the USA and one each from Britain and Italy) assisted various members of the astronomy group on research projects. The number and quality of the applicants has become quite high. The Board is convinced that the program is filling a need. The Foundation was the local host for the 19th conference of Young European Radio Astronomers, held in nearby Havelte during the first week of September, with about 70 participants.

W.N. Brouw succeeded J.P. Hamaker as head of the Computer Group; R.T. Schilizzi succeeds R.G. Strom as head of the Astronomy Group in January 1987. W.M. Goss resigned his membership of the Board. R. Sancisi takes his place in 1987. P.C. van der Kruit succeeded W.M. Goss as chairman of the Program Committee.

The executive committee of the Board met on 27 February, 16 April, 7 May, 22 September and 28 November. The Board met as a whole on 7 May. The 30th anniversary of the dedication of the Dwingeloo 25-meter telescope occurred on 18 April 1986 and was simply celebrated by the Board during its April meeting.

The next meeting of the Foreign Advisers of the Foundation is to be held in October, 1987. Although as a general rule the Foreign Advisers meet about once every 3 years, and the most recent meeting was in 1983, the recent evaluation of the AFEC group made a visit during 1986 by the Foreign Advisers seem unnecessary.

4.1.2. Report from the Program Committee

The Dwingeloo-Westerbork Program Committee (PC) has the task of critically evaluating proposals for observing time, of allocating observing time on the basis of these evaluations and to monitor the scientific output of the NFRA telescopes.

Appendix A.3 of this report gives the members of the PC as of December 31, 1986.

The new chairman of the PC is Dr. P.C. van der Kruit who succeeded Dr. W.M. Goss after his departure for the VLA in August 1986. Dr R. Sancisi became a new member in August 1986, succeeding Van der Kruit as regular PC member.

In 1986 the PC had two regular meetings, in January to discuss 92 cm proposals and in October to review 21 cm and 49 cm proposals. In June the present and former PC chairmen and secretary met to make interim allocations to a small number of 6 cm proposals on the basis of extensive referee reports. The PC allocated time to 17 proposals for 92 cm, 15 proposals for 6 cm, 32 proposals for 21 cm, and 13 proposals for 49 cm observations.

The WSRT operated at all of its wavelengths, with 18 and 49 cm almost exclusively for VLBI and the other wavelengths for local observing and/or VLBI. Many frontend changes were made in 1986, mostly due to changes in the VLBI yearly schedule and a delay in 21 cm observing due to hardware problems with the DXB. These seem to have been solved after hard work during most of January.

The first eight months of 1987 the WSRT will be at 21 cm except VLBI observing periods in March and May. Users are reminded, especially during such a long single wavelength observing period, of the possibility of interim allocations for urgent and/or small projects.

The PC is preparing a survey to monitor the status of all projects which received allocations between 1982 and 1986. The survey data will also be used by the reduction group to estimate future processing load due to outstanding calibration requests.

Figure 1.2.1 illustrates which parts of the sky have been observed by the WSRT, as indicated by circles representing the WSRT fields of view. This interesting sky map shows quite a number of multi-frequency studies (coincident circles of different radius representing the fields of view at the different wavelengths), and shows that only part of the galactic plane has yet been covered. In addition it is quite obvious that a large fraction of the sky is yet to be explored.

4.2. Reports of the divisions

4.2.1. Telescopegroup Westerbork

The most striking characteristic of the year 1986 for the Telescopegroup is the large number of observing modes used at the WSRT, and of course the corresponding number of system changes. Quite a number of these changes were necessary to meet VLBI requirements, so 1986 can also be remembered as the "many-VLBI-sessions" year.

The actual situation is best represented in the graphs and tables on the telescope usage.

Since no new receiver systems were installed at the Westerbork Observatory, time was found to have a better look at the existing ones. The line receiver proved not to be as good as theoretically expected, and quite some time was spent to find the causes, and to cure these problems. The continuum backend was also subject of detailed scrutiny. Renewal of the drive systems on the telescopes, started in 1985, was completed and the performance of the system is good. The experiments aimed towards diminishing back-lash in the mechanical parts have been continued and indicate that it is possible to further improve pointing accuracy.

4.2.2. Telescope group Dwingeloo

The 25-m telescope was used continuously during 1986.

A thorough check up of the telescope turned out that it can be used at the same low budget level for many years, provided a general overhaul is carried out. The next one will be done in 1987.

An other major decision was to replace the 256-channels backend by a 1000-channels correlator by the end of 1987. The new backend will be a copy of the one for the JCMT which thus can be tested in operational conditions.

Figure 2.2.1. and Table 2.2.1. summarize the telescope usage.

4.2.3. Computer Group

In 1986 no new major software projects were started. Many extensions of the SRT reduction and observing software were, however, implemented. In addition some external software packages were adapted and installed.

The computergroup was in 1986 severely hampered by the absence during most of the year of 5 people: 3 on secondment to La

Palma and Hawaii, one vacancy and one chairman of the directors. In addition 4 people were newly added or changed their position from Dwingeloo to Westerbork.

In Westerbork the new RTE6 operating system was implemented on the HP computers. The software was changed to reflect the new possibilities of this system, mainly to enhance the performance by using larger I/O buffers and more vector instructions. These enhancements were essential to be able to handle 40000 channels of the new DXB spectral line backend.

The diskspace on the VAX750 was increased by 470 Mbytes. A PSDN connection to the VAX computers (02041521004) was realized.

The high pressure on the computer capacity remained a problem throughout the year. Both VAXes are almost 100% utilised during all hours of the day and all days of the week. At the end of the year first steps to upgrade the hardware, using a special grant for 1987, were taken. The standard user interface DWARF has been consolidated in 1986. The usage by astronomers especially in Leiden and Groningen, but also in e.g. Bologna, increased, mainly because of the continuing development of the redundancy package.

The first phase of the archiving software for the UK/NL La Palma observatory was delivered. The second phase, inquiring the archive database, was almost finished at the end of the year.

The personnel stationed at La Palma and Hawaii played an essential role in maintaining and developing instrument steering software. Our man at the Royal Greenwich Observatory was involved in many aspects of ground-based high resolution optical observations.

4.2.4. Laboratory and Central Technical Services

Highlights in 1986

In chronological order the following developments deserve special mention:

- In the course of February A. Bos and his team succeeded in delivering to the WSRT staff the extended line spectrometer (DXB).
- The first reliable coolable (to 15K) Schottky diode contacts for 345 GHz were made in February. The measurements yielded a Double Side Band (DSB) noise temperature of 400K.
- In the second quarter of 1986 the WSRT was used in the "tied array" mode for the detection of pulsars. The setup was based on the VLBI adding system and the Mark II terminal.
- The JCMT standard IF system developed and built at NFRA by J. Buitier under SERC contract was delivered to Hilo at the end of June and commissioned.
- Also at the end of June A. Bos received the first ten prototype correlator chips which he had specified and designed. After tests the chips were found to be within specification.

- In November the 345 GHz heterodyne frontend receiver for the JCMT was commissioned by B. Woestenburg.
- The first measurements on the INT at La Palma using the SATSI (Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer) took place in the Fall.
- At the end of 1986 the first noise measurements were performed on the 350 GHz SIS junction (Superconductor-Insulator-Superconductor) mixer. The measurements yielded a noise temperature below 500K (DSB).

WSRT projects

The main addition to the WSRT receiver park is the DXB which stands for the extended digital backend. The basis for the receiver is the 5000 channel-10 MHz maximum Bandwidth Digital Line Backend (DLB) which dates from 1978 and operates at a clock frequency of 20 MHz. The goal of the project was to make use of the maximum clock rate potential at bandwidths smaller than 10 MHz by recirculating the data in buffer memories and hence artificially increasing the number of observed channels. The total number of channels is proportional to $50000/B$, where B is the bandwidth expressed in MHz. It means that at 625 KHz the maximum number of channels is 80.000. This new receiver was finally debugged at the beginning of 1986 and handed over to the telescope team.

On the frontend-receiver front very little took place except for keeping the present park in optimal functioning order. Only small improvements were scheduled in 1986. The only new development concerns a study for new generation frontend receivers for the nineties which was started in the fall. The study has already yielded an overall picture of the possibilities: a larger frequency coverage in the existing bands, new wavelengths (for instance 2.8 and 1.35 cm) and wider bandwidths for continuum and line work. An important feature of the new frontend series is the multifrequency aspect. It will be possible to observe a number of frequencies simultaneously or to switch from one frequency band to another in a very short time interval.

VLBI instrumentation

At the end of 1985 the Mark III-DCB interface or broadband adding system was installed. It was used regularly during VLBI sessions in 1986 and functioned very well. Two missing elements in this new system have been worked on in 1986 but could not be completed before the end of the year. The first item concerns the 1 MHz rail injection system which allows the observer to align the eight DCB bands (off-line). At the end of 1986 the hardware was nearly complete. The second module concerns the microcontroller for fully automatic control of the interface. Problems of communication within the microcontroller could not be solved in 1986 as a result of shortage of manpower.

RadioAstron project

This is a new development which is slowly taking shape. The project concerns a Soviet VLBI satellite "RADIOASTRON" which is to be launched in the early nineties. The EVN has committed itself to develop and manufacture the 6 cm receiver. While the MPIfR works on the cooled FET pre-amplifier, NFRA is responsible for the IF section. At the EVN director's meeting in November 1986 the decision to go ahead with the project was taken as well as to financially commit the participating EVN institutes. As the project must be realised at minimum costs, the advisory help of outside experts (SRON, ESTEC) has been requested and granted. Numerous meetings have already taken place between EVN and IKI (Space Research Institute, Moscow) teams.

Pulsar detection System

Measurements with very short time constant with the WSRT in the "tied array" mode are now possible thanks to a system set-up using VLBI standard equipment initiated by A. van Ardenne. The system is based on the Mark II terminal recording the signals with a time constant of 2 milliseconds. The signal is transported via the IEEE 488 bus to the HP computer where adequate software has been developed for the detection of short period pulsars. Figure 2.4.1. shows a plot of pulsar PSR 1929+10 measured at 49 cm wavelength. The system can detect pulsars as weak as 5 mJy with 10 ms time resolution, 1 hour integration and 2 MHz bandwidth. With a small modification the bandwidth could be extended to 8 MHz.

JCMT 345 GHz heterodyne frontend receiver

At the beginning of October this receiver was air-freighted to Hawaii where it was installed and commissioned in November. The problems with the cooling of the 345 GHz Schottky diode mixer mentioned in the annual report of 1985 were solved in the second quarter of 1986. The solution called for a systematic approach to the thermal problems. A description of the mixer is given in an article (Woestenburg and Nieuwenhuis, 1986). The DSB noise temperature of the mixer is about 400K over a 30 GHz band which corresponds to a mixer intrinsic temperature of 270K. The contact has so far survived at least 10 thermal cycles.

The frequency/phase lock system for the LO system was finalised in the beginning of 1986. The system is also described in an article (Van Ardenne, Woestenburg and Van der Ree). It is based on a carcinotron at 350 GHz locked in frequency and phase to a 500 MHz synthesizer. The synthesizer itself is locked to the 10 MHz clock. The lock accuracy is better than 1 KHz while the cable length between carcinotron and its High Voltage Supply (HVS) is greater than 40 m. To reach this performance, the error signal had to be split into a "high" and a "low" frequency component. The high frequency component is directly injected into the line voltage of the carcinotron (12 MHz/Volt) via a high voltage (10 kV)

transformer while the other component reaches the carcinotron via the HVS and the high voltage cable.

One of the main features of this receiver is the high degree of automation. The various frontend and LO setting mechanisms are controlled by a microcontroller (located in the JCMT receiver cabin). The routines for tuning the receiver were written in Pascal for a PC which controls the frontend (and later the LO) micro-controllers. At present the only manual action required is to set four voltages on the HVS.

In Figures 2.4.2. to 2.4.5. various aspects of the receiver are shown. In Figure 2.4.6. we see the spectrum obtained on December 16 with the receiver in the direction of the Orion nebula.

JCMT digital spectrometer

The R & D work for a 2-GHz 2000-channel spectrometer for the JCMT ended in the Fall with a proposal to the SERC. For this purpose a correlator chip was developed which yields 16 correlator outputs and operates at 55 MHz clockrate. The chip was designed by A. Bos who wrote the specifications and developed the simulation software. The chip, manufactured by LSI Logic, consists of 8000-1.4 μ m CMOS standard cells of which some 6000 are active. The first prototype chips were received in June and after testing accepted. As can be seen in Figure 2.4.7.a, which shows the chip structure, the chip provides 16 bit postcorrelation accumulators. It also has circuitry for fringe and delay tracking.

Figure 2.4.7.b shows one layer of the prototype board for 1024 channels. The board consists of ten layers.

The final proposal is based on a hybrid scheme with an 8-channel filter bank followed by a 128-channel digital correlator.

JCMT multibeam project

This project which is led by A. van Ardenne has as a goal the construction of a 3 beam heterodyne detector for 345 GHz. For the detector it uses SIS lead junctions from Kent University. Figure 2.4.8 shows the dimensions of the junctions which are delivered to us in batches of 10; they are sawed in our workshop. The junctions have so far proven very critical and were unable to survive more than one cooling cycle. In spite of these limitations a SIS mixer has been built and tested at 4 K temperature. The measured system noise temperature (DSB) was less than 500 K. In order to limit the heat dissipation in the cryostat we developed a low-dissipation low-noise 1.5-GHz FET amplifier (second stage).

The coupling of the LO power into the mixer is done through a waveguide coupler consisting of coupling irises of very small dimensions and etched on thin (8 μ m) copper foil. The quasi optical coupling consists of a dual lens system yielding parallel beams and an optical match of the f/2 horn to the f/12 JCMT optics. The coupling lens measures 4.5 cm in diameter.

A helium cryostat with a vacuum window for an array of tuning backshorts is also being designed.

JCMT-IF System

The JCMT-IF system interfaces the JCMT frontend receiver with the present backends, the AOS (Acousto-Optical-Spectrograph) and the Kent correlator. The system operates at 1.5 GHz and 4 GHz.

At the end of May, the IF system was air-freighted to Hawaii and subsequently commissioned by J. Buiter. Figure 2.4.9. shows three of the four IF modules.

CCD project

This joint project between NFRA and RGO is an R & D effort to produce the new generation CCD controllers for the 4.2 m WHT (William Herschel Telescope) on La Palma. The new concept has been developed by Bregman and Waltham and formulated at the ESO/OHD workshop at Saint Michel in 1986.

The R & D work has shown that a compact camera controller system with low dissipation where the noise ($5\text{mV}/\sqrt{\text{Hz}}$) is determined by the preamplifiers alone is feasible. The system can use switched power supplies thanks to the high common mode rejection (100 dB) obtained by using a balanced amplifier between the CCD in the cryostat and the CDS (a kind of "lock-in" amplifier meant to reduce the $1/\text{f}$ noise). A complete system driving two separate cryostats simultaneously, each with 4 small or one large CCD chips fits in a 19" rack with 22 cm eurocards. The dissipation is less than 50 W for a minimum system. The controller's internal architecture is shown in Figure 2.4.10.

One of the preamplifier balanced inputs is used to neutralise the clock leakages. The CDS configuration allows for dual channels with appropriate gain per channel to yield 18-bit or 16-bit conversion with a 16-bit A/D converter. The 68008 microprocessor is coded in Forth. The software gives the possibility of programming the clock levels so that new chips can be easily "switched in".

In parallel with this development is a "portable CCD system" is being developed for use at any location. Its data acquisition system is based on a PC-AT configuration with streamer tape cassette recorders for data storage. For this purpose a data interface is being developed with a buffer memory of 0.5 Mbyte.

SCASIS

The acronym SCASIS stands for Seeing Cell Aperture Synthesis Imaging Spectrometry and not only covers the name of a technique or a future instrument, but also stands for the project that attempts to realize the technique and its instrumentation. Started as an investigation into the applicability of digital correlators in optical speckle processing in 1983 it has now grown into a full project. The project team is coordinated by J.D. Bregman from NFRA Dwingeloo; its members are U.J. Schwarz from the Kapteyn Laboratory in Groningen, A.H. Greenaway from the Royal Signals and

Radar Establishment and J.E. Noordam from NFRA but temporarily at the Royal Greenwich Observatory. All participants not only contribute to SCASIS but are also involved in other optical aperture synthesis projects like OASIS and TOAST or optical infrastructural projects as GHRIL.

After the simulation study, which was reported by Schwarz in the Groningen contribution of the 1985 annual report, 1986 has been the year in which SCASIS acquired full momentum. After allocation of observing time on the 2.5 m Isaac Newton Telescope (INT) in January a Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer was designed and built at NFRA. The optics were manufactured by the "Leidse Instrumentmakerschool" and the 0.6 mm thick lens segments were glued together at the Kapteyn Sterrewacht in Roden. After the observing run in August, the data reduction began in Groningen and some preliminary results were presented in November in a workshop at RGO, just a year after fringes were produced with a two mirror system at the Space Research Laboratory in Groningen.

Progress has been made not only on the technical side but also organizationally. A proposal to ASTRON to appoint a Ph.D. student was granted, which guarantees that there will be some astronomical output in 1988. Also the proposal to the La Palma user Committee to build instrumentation after 1988 was well received and drew the attention of the Instituto de Astrofisica de Canarias (IAC). IAC wants to develop its instrument building capability and has selected GHRIL and SCASIS as projects in which it could have a 50% participation. GHRIL, a project managed by J.E. Noordam, is an attempt to realize a Ground based High Resolution Imaging Laboratory at one of the Nasmyth platforms of the 4.2 m William Herschel Telescope (WHT). During the negotiations on Tenerife just before Christmas a contract was drafted where the detector development as proposed in SCASIS was incorporated in the GHRIL project. So far we can expect that two Spanish collaborators will spend a few months in Dwingeloo during the first half of 1987 to use an intensified CCD camera as a photon counting imager and to develop a formatter system with which photon events can be recorded digitally on a video cassette recorder just like a MKII VLBI terminal.

4.2.5. Astronomy Group

With the departure in the last quarter of 1986 of G.D. Watt to take up a position in the ROE James Clerk Maxwell Telescope team, the Astronomy Group temporarily shrunk in size to five members. In the course of the year, there were visits for shorter or longer periods from some twenty foreign astronomers. Two Chinese guests, Nan Rendong and Yang Yipei, were in Dwingeloo

reducing both VLBI and WSRT data for the entire year. I. Fejes, from the Satellite Geodetic Observatory (Hungary), spent six months in Dwingeloo working on VLBI observations of SS433 and their interpretation.

De Bruyn continues to administer the system for distributing preprints and reprints. In the course of the year preprints 317 to 330 were issued.

The VLBI effort continues to occupy a central position in Foundation planning. Foley was responsible for local organization of the five VLBI sessions in which the WSRT participated, which ranged in wavelength from 6 to 92 cm. Schilizzi prepared a proposal for EEC support to fund a central processing centre for the EVN in Dwingeloo. He has also been involved in the effort to get western participation in the Soviet Union's RadioAstron project, and in the redefinition of the QUASAT project in view of the changed situation vis à vis NASA. Schilizzi continued to chair the EVN Programme Committee.

Small variations in the flux densities of 3C48 and 3C147 which have become apparent in the last few years led De Bruyn to reappraise the WSRT flux density scale. This is being done in consultation with people at NRAO to keep the scale the same as that used for the VLA. Some effort was also devoted to testing programs in the self-calibration package.

Watt invested much time testing the 350 GHz receiver destined for the JCMT on Mauna Kea, which included measuring an atmospheric ozone line at 343 GHz. He also worked on software for the AOS destined for the same telescope, and with the commissioning date (27 April 1987) approaching has put together an information package for potential users.

For the second year, the Astronomy Group was host to several foreign astronomy students during the summer. Working on a variety of projects, mainly involving the WSRT, they were able to gain practical experience in astronomical research. In the course of the year members of the Group also guided eight Dutch students in similar practical work.

4.2.6. Administration

The main tasks of the Administration department are: secretarial support for the Board, the Management team and the other departments of the Foundation; personnel management; financial management; all work involved in sending staff abroad; maintenance of the Dwingeloo Observatory.

Substantial effort was involved in accommodating visiting astronomers, technicians and summer students at the observatory in Dwingeloo; we booked 800 overnight stays during 1986. This accom-

mmodation is obviously desirable for promoting good contacts between astronomers and our instrument-technicians and bringing scientists to our observing and other facilities.

Our budget was at an all-time low in the year under review. We were just able to run the observatories at Dwingeloo and Westerbork and to pay the ZWO-contributions to the UK/NL cooperation; there was no money available for replacement, improvement or renewal of existing equipment. At the request of the Minister of Science and Education a "Strategic Plan for Dutch Astronomy" was written. This plan clearly showed the bottlenecks in our finances for the coming years. As a consequence the finances for 1987 have been raised to an acceptable level, enabling us to do our work at the desired pace.

Appendix A. ORGANISATIE (per 31 december 1986)

A.1. Bestuur van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg

Einde termijn

* Prof. Dr. H. van der Laan, voorzitter	31-12-1988
Prof. Dr. H.C. van de Hulst,	31-12-1990
* Prof. Dr. H. van Woerden, vice voorzitter/secretaris	31-12-1987
Prof. Dr. R. Sancisi	31-12-1990
* Prof. Dr. W.B. Burton	31-12-1989
Prof. Dr. A. Dymanus	31-12-1988
* Ir. C. Kramer	31-12-1990
Ir. F.R. Neubauer	31-12-1990
* Dr. Ir. J. van Nieuwkoop	31-12-1987
Drs. B. de Raad	31-12-1987
Prof. Dr. C. Zwaan	31-12-1987

* Deze bestuursleden vormen het Dagelijks Bestuur.

Uitvoerend secretaris:

A.H. Schöller
Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg
Postbus 2
7990 AA DWINGELOO
tel. 05219-7244
telex: 42043 srzm nl
telefax: 05219-7332

De directeur van de Nederlandse organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) wordt uitgenodigd de bestuursvergaderingen bij te wonen.

A.2. Direktie

Dr. E. Raimond, voorzitter
A.H. Schöller, secretaris, Hoofd Bureau
Dr. W.N. Brouw, Hoofd Computergroep
Ir. J.F. van der Brugge, Hoofd Centrale Technische Dienst
Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium
Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Telescoopgroep
Dr. R.G. Strom, Hoofd Astronomengroep, per 1-1-1987 opgevolgd door
Dr. R.T. Schilizzi.

A.3. Commissies

Programma Commissie

Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter
* Dr. J.M. van der Hulst, secretaris
Prof. Dr. W.B. Burton
* Ir. H.C. Kahlmann
Prof. Dr. H. van der Laan
Prof. Dr. J.H. Oort
* Dr. E. Raimond
Prof. Dr. R. Sancisi
Dr. U.J. Schwarz
Dr. P.A. Shaver
Dr. E.D. Skillman
* Dr. Ir. C. Slottje

* leden qualitate qua

Buitenlandse Adviseurs

Dr. J.M. Beckers	Nat.Opt.Astr.Obs.	USA
Dr. D. Downes	IRAM	Frankrijk
Dr. R.D. Ekers	NRAO	USA
Prof. V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India
Prof. Sir Francis Graham Smith	Jodrell Bank	Engeland

Quality Monitoring Committee

Dr. R.G. Strom, voorzitter
Drs. M. Oort
Dr. A.G. de Bruyn
Dr. J.M. van der Hulst
Dr. E. Raimond
Dr. U.J. Schwarz
Drs. H.W. van Someren Greve
Dr. Ir. C. Slottje

De voorzitter van het Bestuur van de Stichting wordt voor de vergaderingen van de Commissies uitgenodigd.

A.4. Ondernemingsraad SRZM

Y.W. Kroodsma, voorzitter
G.N.J. van Diepen, secretaris
S. Drenth
P. Hellinga
S. Sijtsma
J. Tenkink
A. Wolfers

A.5. Magazijncommissie

J.F.N. Roosjen - voorzitter
P.H. Riemers - secretaris
W. Huiskamp
P.C. Jager
R. Kiers
N. Schonewille
H.J. Stiepel
P.A. Wesdorp

A.6. Meetinstrumentencommissie

Ir. J.F. van der Brugge - voorzitter
H.J. Borkhuis - secretaris
Ir. A. van Ardenne
A.C. Hin
W. Huiskamp
Ing. R.P. Millenaar
J.F.N. Roosjen

A.7. Stuurgroep UK/NL Samenwerking

Dr. P.C. van der Kruit, voorzitter
Prof. Dr. H. van der Laan, vice voorzitter
Dr. W. Boland, secretaris
Drs. J.A. de Boer
Prof. Dr. W.N. Brouw
Prof. Dr. H.R. Butcher
Ir. J.L. Casse
Prof. Dr. H.J. Habing
Dr. J.A. van Paradijs
Dr. E. Raimond
Prof. Dr. C. Zwaan

A.8. Algemene kontakten voor popularisering

Dr. Ir. C. Slottje
D. Hoogenraad

A.9. (Inter)nationale commissies

Ned. Microgolf contactgroep	Ir. A. van Ardenne
Receiver Working Group MT	Ir. A. van Ardenne
VLBI Technical Working Group	Ir. A. van Ardenne
QUASAT science team	Ir. A. van Ardenne
Leids Sterrewacht Fonds	Dr. W.N. Brouw
Leids Kerkhoven Bosscha Fonds	Dr. W.N. Brouw
Jan Hendrik Oort fonds	Dr. W.N. Brouw
Foreign Advisory Committee - Australia Telescope	Dr. W.N. Brouw
Steering Committee FAST Hipparcos reduction consortium	Dr. W.N. Brouw
Rijkscommissie voor Geodesie	Dr. W.N. Brouw
ESO - council	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 8	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 40	Dr. W.N. Brouw
European VLBI Program Committee (member)	Dr. A.G. de Bruyn
IAU Commissie 40	Dr. A.G. de Bruyn
Commissie Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels	Dr. A.G. de Bruyn
Projekt coordinator UK/NL samenwerking	Ir. J.L. Casse
MT Management Committee	Ir. J.L. Casse
Stuurgroep UK/NL	Ir. J.L. Casse
Redaktecommissie DECUS Holland Bulletin	Drs. J.P. Hamaker
Ned. Astronomen Club	A.C. Hin
IAU Commissie 40	J.M. van der Hulst
IAU Commissie 28	J.M. van der Hulst
Commissie Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels	J.M. van der Hulst (secretaris)
Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies (IUCAF)	Ir. H.C. Kahlmann (correspondent)
Nationale CCIR-Schaduw Commissie II	Ir. H.C. Kahlmann (waarnemer)
Nationaal URSI comite	Ir. H.C. Kahlmann
ESO Very Long Telescope Interferometry Working Group	Ir. J.E. Noordam
ESA Working Group for Interferometry in Space	Ir. J.E. Noordam
Interferometry Working Group of the ESO VLT	Ir. J.E. Noordam
ESO Study Group for Space Interferometry	Ir. J.E. Noordam
ADAM Management Committee	Dr. E. Raimond
Joint IRAS Scientific Working Group (JISWG)	Dr. E. Raimond
IRAS Stuurgroep	Dr. E. Raimond

Commissie Landelijke Werkgemeenschap	Dr. E. Raimond
Sterrenstelsels	
Working group on the coordination of	
Astronomical software	
IAU Commissie 8	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 33	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 40	Dr. E. Raimond
Steering Committee on the Remote Use of	
Overseas Telescopes	Dr. E. Raimond
Stuurgroep wetenschappelijke samenwerking	
Nederland-India	Dr. E. Raimond
ST-ECF working group on astronomical	
databases	Dr. E. Raimond
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)	Dr. R.T. Schilizzi (IAU representative)
International Association of Geodesy:	
Subcommission on International Radio	
Interferometric Surveying (IRIS)	Dr. R.T. Schilizzi
IAU Commissie 40	Dr. R.T. Schilizzi
IAU Commissie 50	Dr. R.T. Schilizzi
Committee of European Solar Radio	
Astronomers (CESRA)	Dr. Ir. C. Slottje
European Physical Society: Solar Physics	
Section, Astronomy and Astrophysics	
Division	Dr. Ir. C. Slottje
Ned. Astronomen Club	
International Association of Geodesy,	
Special Study Group 2.84	Dr. T.A.Th. Spoelstra
International Association of Geodesy,	
Special Study Group 4.93	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 8 - WGAR	
Commissie Landelijke Werkgemeenschap	
Interstellaire Materie	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 28 - Galaxies	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 34 - Interstellar Material	Dr. R.G. Strom
Organizing Committee IAU Commissie 40-	
Radio Astronomy	Dr. R.G. Strom
Nederlandse Microgolf contactgroep	Ir. E.E.M.Woestenburg

Appendix B. PERSONEEL (stand per 31 december 1986)

Voorzitter van de Directie Dr. E. Raimond

B.1. Bureau van de Stichting.

1. Hoofd van de afdeling	A.H. Schöller
2. Administratief medewerker	P. Hellinga
3. Administratief medewerker	N.B.B. de Vries
4. Secretaresse	Mej. K.A.A. Oving
5. Adm. medew./secretaresse	Mej. I. Greveling
6. Administratief medewerker	A. Koster
7. Administratief medewerkster	Mej. L. Flokstra
8. Typiste/telefoniste 1)	Mej. R. Kremers
9. Concierge/onderhoudstechnikus	J. Pit
10. Kantinebeheerster/huishoudster	1) Mej. A. Meijering
11. Kantinebeheerster/huishoudster	1) Mej. G. Sterk
12. Schoonmaakster 1)	Mevr. H. Eising-Zoer
13. Schoonmaakster 1)	Mevr. I. Hoek-de Weerd
14. Schoonmaakster 1)	Mevr. R. Kiers-Fledderus
15. Schoonmaakster 1)	Mevr. E. Oosterloo-Schepffer

B.2. Telescoopgroep

1. Hoofd van de afdeling	Ir. H.C. Kahlmann
2. Wetenschappelijk waarnemer	Dr. J.M. van der Hulst
3. Ontvangeringenieur	A.C. Hin
4. Projekt technikus	A. Wolfers
5. Waarnemer/gegevensverwerker 1)	P. van den Akker
6. Waarnemer/gegevensverwerker	G. Kuper
7. Waarnemer/gegevensverwerker	S. Sijsma
8. Waarnemer/gegevensverwerker	J. Tenkink
9. Ontvanger technikus	H.J. Stiepel
10. Computer technikus	J. Weggemans
11. Mechanisch technikus	J. Stolt
12. Mechanisch technikus	A. ter Wiel
13. Elektrisch technikus	K. Jansen
14. Telefoniste/secretaresse 1)	Mevr. I. Bos-Prakken
15. Bewaker/tuinman	D.J. Haanstra
16. Bewaker/tuinman	K. Kreeft
17. Bewaker/tuinman	H. Oostenbrink
18. Schoonmaakster 1)	Mevr. K.R. van Wijk-Smits
19. Stagiair	

1) deeltijd

B.3. Centrale Technische Dienst

1. Hoofd van de afdeling	Ir. J.F. van der Brugge
2. Hoger elektronikus	W. Huiskamp
3. Hoger technikus	D. Hoogenraad
4. Hoger technikus	R.J.H. van 't Land
5. Technisch dokumentalist	G.B.B. van der Toorn
6. Elektronisch technikus	H.J. Borkhuis
7. Elektronisch technikus	K. Brouwer
8. Elektronisch technikus	J. Buiter
9. Elektronisch technikus	Y.J. Koopman
10. Elektronisch technikus	A.M. Koster
11. Elektronisch technikus	L. Nieuwenhuis
12. Elektronisch technikus	P.H. Riemers
13. Elektronisch technikus	N. Schoneville
14. Elektronisch technikus	H. Snijder
15. Elektronisch technikus	P.A. Wessdorp
16. Elektronisch technikus	S.Th. Zwier
17. Elektronisch technikus	F. Karssies (tot 1-9-'87)
18. Fotograaf	H.W.H. Meijer
19. Magazijnmeester	P.C. Jager
20. Medewerker algemene dienst	J. Grit
21. Stagiair	
22. Stagiair	
23. Stagiair	
24. Stagiair	
25. Stagiair	
26. Stagiair	
27. Stagiair	
28. Chef instrumentmakerij	I. Starre
29. Sous chef instrumentmakerij	M. Pauw
30. Mechanisch technikus	J. Bakker
31. Mechanisch technikus	M. Bakker
32. Mechanisch technikus	J.S. Dekker
33. Mechanisch technikus	J. Idserda
34. Mechanisch technikus	T.J. de Jong
35. Mechanisch technikus	G.J.M. Koenderink
36. Technisch tekenaar	R. van Dalen
37. Technisch tekenaar	J. Slagter

B.4. Laboratorium

1. Hoofd van de afdeling	Ir. J.L. Casse
2. Ingenieur	Ir. A. van Ardenne
3. Ingenieur	Dr. Ir. A. Bos
4. Ingenieur	Ir. J.D. Bregman
5. Ingenieur	Ir. L.H. Sondaar
6. Ingenieur	Ir. E.E.M. Woestenburg
7. Ingenieur	vakature

8. Hoger elektronikus	A. Doorduin
9. Hoger elektronikus	A. Koeling
10. Hoger elektronikus	Ing. R.P. Millenaar
11. Hoger elektronikus	L.J. van der Ree
12. Hoger elektronikus	J.F.N. Roosjen
13. Elektronisch technikus	R. Kiers
14. Elektronisch technikus	A.G. Poot

B.5. Computergroep

1. Hoofd van de afdeling	Dr. W.N. Brouw
te Dwingeloo:	
2. Systeemontwerper	Dr. F.M. Olson
3. Systeemontwerper	Drs. H.W. van Someren-Greve
4. Systeemontwerper	Dr. T.A.Th. Spoelstra
5. Programmeur	G.N.J. van Diepen
6. Programmeur	S. Drenth
7. Programmeur	Y.W. Kroodsma
8. Programmeur	Mej. H.H.J. Lem
9. Programmeur	H.J. Vosmeijer
10. Technisch systeem beheerder	K.J.C. Stuurwold
11. Hoofd reduktiegroep	Dr.Ir. C. Slottje
12. Reduktie medewerker	D.J.J. Moorrees
13. Reduktie medewerker	R. Boesenkool
te Leiden:	
17. Programmeur	K. Weerstra
te Groningen:	
18. Programmeur	A.H.W.M. Coolen
te Westerbork:	
19. Programmeur	T. Grit
20. Programmeur	B. Kramer

B.6. Astronomen

1. Hoofd van de afdeling	Dr. R.G. Strom, per 1-1-1987 opgevolgd door Dr. R.T. Schilizzi
2. Astronom	Dr. A.G. de Bruyn
3. Astronom	Dr. A.R. Foley
4. Astronom	Dr. E.D. Skillman
5. Astronom	Dr. R.T. Schilizzi
6. Astronom	vakature

B.7. Werkstudenten

1. Mevr. T.W. van der Kruit-Roskam 1) 2)
2. Mevr. H.A. Versteege-Hensel 1)

- 1) deeltijd
2) assistente PC-voorzitter

B.8. Uitgezonden in het kader UK/NL-samenwerking

UK

1. Systeem ontwerper	Ir. J.E. Noordam
<u>La Palma</u>	
2. Beheerder	W.H.J. Beerekamp
3. Elektronisch technikus	H.E.J. de Graaf
4. Elektronisch technikus	R.J. Pit
5. Programmeur	P.H. van der Velde

Hawai

6. Systeem ontwerper	Drs. J.P. Hamaker
7. Hoger technikus	B.A.P. Schipper
8. Elektronisch technikus	L.H.R. de Haan

B.9. Bezoekers

Ph.M. Dooley	V.L.A., Socorro, USA	01-09-'85/01-09-'86
Dr. I. Fejes	Satellite Geodetic Obs. Budapest, Hongarije	01-07-'86/31-12-'86
Dr. Yang Yipei	Beijing Observatory, China	26-01-'86/01-04-'87
Dr. Nan Rendong	Beijing Observatory, China	18-12-'85/01-07-'87
S. Vijayananarasimha	Ooty Observatory, India	01-10-'86/01-10-'87

Appendix C. FINANCIEN

	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Totaal subsidie	13.534 kfl	15.177 kfl
Waarvan		
Salariëringssoksten	7.021 kfl	7.114 kfl
en		
R.Z.M. bijdragen aan UK/NL samenwerking	3.600 kfl	3.231 kfl

Appendix D. WAARNEEMFACILITEITEN.

Het onderstaande overzicht geeft een inzicht in de binnen de SRZM aanwezige faciliteiten. Voor het grootste deel betreft het hier instrumenten voor het doen van radiosterrenkundige waarnemingen, maar daarnaast is een arsenal van gereedschappen en talenten aanwezig (Laboratorium uitrusting, programmatuur, e.d.) dat ook voor niet radiosterrenkundigen interessante mogelijkheden biedt.

D.1. Waarnemfaciliteiten Westerbork.

D.1.1. Synthese Radio Telescoop (SRT).

In Westerbork bevinden zich 14 parabolische reflectoren met een diameter van 25 m en met een equatoriale opstelling. Tien van deze radiotelescopen 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-telescoop met een diameter van 2,8 km. De telescopen hebben een richtnauwkeurigheid van 15 à 20 boogseconden en een oppervalkte nauwkeurigheid van 1,5 à 2 mm.

Voor deze telescopen zijn de volgende frontendseries (ontvangers voor het primaire brandpunt) beschikbaar:

Golflengte	6/18/21 cm	6 cm	21 cm	50 cm	92 cm
Aantal:	5	11	12	15	15
Verstembaar over: (bij kleine bandbreedte)	6:4770-5020MHz 18:1590-1730MHz 21:1365-1425MHz	4770- 5020MHz	1365- 1425MHz	607.25- 609.75MHz	325.0- 328.6MHz
Polarisaties	2 dipolen	2 dipolen	2 dipolen	2 dipolen	2 dipolen
Systeem-temperatuur:	6: 55 K 18: 55 K 21: 35 K	145 K	90 K	110 K	180 K

De 28 signalen uit de frontends worden allemaal langs identieke, fase- en gain stabiele, kabelstructuren naar het hoofdgebouw geleid, waar zij in de backend ontvangersystemen 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 continuum ontvanger (DCB genoemd). Daarnaast zijn er mogelijkheden om interferometrie met zeer lange basislijnen (VLBI genoemd) te doen en is de lijnontvanger voorzien van een uitbreiding (DXB genoemd) die het aantal kanalen vergroot tegen inlevering van bandbreedte. De karakteristieke specificaties van deze systemen zijn in Tabel D.1. 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 worden voor spectrale resolutie 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 frekentie punten en 16 interferometers met elk 4 polarisaties in 1-bit mode of 8 frekentie punten in 2-bit mode.

De volgende regel bepaalt de waarnemode: Het produkt van: het aantal simultane onafhankelijke metingen, het aantal polarisatie kanalen, de bit mode, 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 waarnemfrekenties 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 SRT 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 telescoop met een diameter van 93 m. Ook is het mogelijk om slechts één van de telescopen van de SRT 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 in eerste instantie op schijfgezet na een eerste bewerking en

Systeem:	Lijnontvanger	Continuum ontvanger	VLBI systeem smalbandig	VLBI systeem breedbandig
Afkorting:	DXB (DLB)	DCB	MARK II C	MARK III
Max. bandbreedte Banden: ...0,078 MHz Aantal (complex) 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 max. 20480 min. 1280 Afh. van bit- mode 1,11 - 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 D.1. Overzicht beschikbare backend systemen voor de SRT.

uiteindelijk naar magneetband gekopieerd voor verdere verwerking in Dwingeloo. Voor standaard waarnemingen is een beperkt aantal veel gevraagde correlatorconfiguraties permanent beschikbaar. Speciale configuratie 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 basislijnlengte 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 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.

Een indicatie over de bereikbare gevoeligheid is in onderstaand schema aangegeven. Deze gevoeligheid geldt voor een bron in het veldcentrum na 12 uur meten met de 40 standaard interferometers en volledige polarisatie.

λ	DXB	DCB
6	.16 mJy (10 MHz)	60 μ J (80 MHz)
21	.10 mJy (10 MHz)	60 μ J (40 MHz)
49	.4 mJy (2.5 MHz)	-
92*	.6 mJy (2.5 MHz)	-

* De meeste metingen op deze golflengte zullen door "confusion" beperkt zijn en deze grens niet halen.

D.1.2. Waarnemen met de SRT.

Voor het doen van waarnemingen wende men zich tot de Programma Commissie (zie App. A3). Men dient in het algemeen een waarnemformulier in te vullen en een wetenschappelijke argumentatie voor de waarneming te geven.

Wie voor het eerst een waarneming wil doen, of iets wil uitproberen, dat van de standaard waarneemmodus afwijkt wordt aangeraden eerst contact op te nemen met een van de RZM stafastronomen.

Voor het specificeren van waarnemingen zijn meer gegevens nodig dan het voorgaande overzicht biedt. Details zijn over het algemeen te vinden in de Internal Technical Reports (ITR's) reeks, terwijl het Observers Manual de brugfunctie naar de ITR's verzorgt.

D.2. Waarnemfaciliteiten Dwingeloo.

D.2.1. 25 m telescoop.

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 telescoop, zijn in Tabel D.2. weergegeven. De daarmee bereikbare gevoeligheid berekend voor een integratietijd van een uur is:

	10 MHz continuum 18/21 cm 6 cm	78 kHz lijn 18/21 cm 6 cm
5 x rms	20 mJy (2 mk) 50 mJy (4 mk)	150 mJy (17 mk) 400 mJy (30 mk)

De telescoop 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.

D.2.2. Waarnemen met de 25 m telescoop.

De 25 m telescoop 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 telescoop 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 telescoop "remote controlled" bestuurd worden (binnen kantooruren!).

Waarnemvoorstellen dient men in bij de subcommissie van de programmacommissie voor Dwingeloo (C. Slottje/E.D. Skillman). 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.

"Frontend"			"Backend" digitale correlator			Reductie	
Systeem	T_{sys}	Freq. bereik	Polarisatie	Bandbreedte en resolutie	T		
21 cm FET	36K	1375-1425 MHz	lin	40, 20 of 10 MHz of 2x5 MHz-2x67 KHZ; 2) 256 kanalen of 2x 128 kanalen; 1 of 2 bits	0,1 s	op HP1000 (on line) op VAX11/780; plots van gereduceerde spectra	
18 cm FET	36K	1580-1725 MHz	lin, circ	idem	0,1 s	idem	
6 cm	60K			idem	0,1 s	idem	

¹) Gemeten op de pool

²) 1000 kanalen vanaf eind '87

Tabel D.2. Ontvangers voor gebruik in de 25-m telescoop

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN

E.1. Onderzoek artikelen

Allen, D.A., Sanders, R.H., "Is the galactic centre black hole a dwarf?", Nature 319, 191.

Allen, R.J., Atherton, P.D., Tilanus, R.P.J., "Evidence for the large-scale dissociation of molecular gas in galaxies by newly formed stars", Nature 319, 296.

Ardenne, A. van, Woestenburg, E.E.M., Ree, L.J. van der, "A 350 GHz phase/frequency locked loop for use with a carcinotron backward wave oscillator", Rev. Sci. Instrum. 57, 2547.

Bottema, R., Sanders, R.H., "Episodic accretion onto massive black holes", Astron. Astrophys. 158, 297.

Bottema, R., Shostak, G.S., Kruit, P.C. van der, "Thickness of the hydrogen layer in the edge-on dwarf galaxy NGC 5023", Astron. Astrophys. 167, 34.

Brand, J., "The velocity field of the outer Galaxy", Ph.D. Thesis, Leiden University.

Braun, R., Goss, W.M., Caswell, J.L., and Roger, R.S., "G292.0+1.8: evidence for a pseudo-Crab stage in SNR evolution", Astron. Astrophys. 162, 259.

Braun, R., Strom, R.G., "Observations of post-shock neutral hydrogen in four evolved supernova remnants", Astron. Astrophys. Suppl. 63, 345.

Braun, R., Strom, R.G., "The structure and dynamics of evolved supernova remnants. The IC443 complex", Astron. Astrophys. 164, 193.

Braun, R., Strom, R.G., "The structure and dynamics of evolved supernova remnants. Shock-heated dust in the Cygnus Loop", Astron. Astrophys. 164, 208.

Breugel, W.J.M. van, Heckman, T.M., Miley, G.K., Filippenko, A.V., 1986, "Extended optical line and radio emission in a probable galaxy merger", Astrophys. J. 311, 58.

Breugel, W.J.M. van, Schilizzi, R.T., "VLBI and VLA Observations of the BLLac Object Mk501: Evidence for Grossly Misaligned Small and Large Scale Structure", Ap. J. 301, 834.

- Brinks, E. and Bajaja, E., "A high resolution hydrogen-line survey of Messier 31; III. HI holes in the interstellar medium", Astron. Astrophys. 169, 14.
- Burg, G. van der, Shane, W.W., "The distribution of mass in the Sombrero galaxy, NGC 4594", Astron. Astrophys. 168, 49.
- Burton, W.B. and te Lintel Hekkert, P., "The shape of the outer-Galaxy HI layer. I. Atlas of volume densities in cuts through a composite, galactocentric data cube", Astron. Astrophys. Suppl. 65, 427.
- Casse, J.L. and Woestenberg, E.E.M., "Thermal model for a hybrid cryostat", Cryogenics, Vol. 26.
- Deul, E.R., van der Hulst, J.M., "A neutral atomic hydrogen survey of M33", Astron. Astrophys. Suppl. 67, 509.
- Dickel, H.R., Goss, W.M., Rots, A.H., Blount, H.M., "VLA observations of the 6 cm and 2 cm Lines of H₂CO in the direction of DR21", Astron. Astrophys. 162, 221.
- Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Breugel, W.J.M. van, "The Peculiar Morphology of the Compact Steep Spectrum Radio Source 3C119", Astron. Astrophys. 170, 10.
- Gathier, R., Pottasch, S.R., Goss, W.M., "Distances to planetary nebulae. II. HI absorption observations", Astron. Astrophys. 157, 191.
- Gorkom, J.H. van, Knapp, G.R., Raimond, E., Faber, S.M., Gallagher, J.S., "The distribution and kinematics of HI in the active elliptical galaxy NGC 1052", Astron. J. 91, 791.
- Gregory, P.C. and Taylor, A.R., "Radio patrol of the northern Milky Way: A catalogue of sources, II", Astron. J. 92, 371.
- Halpern, J.P., Impey, C.D., Bothun, G.D., Tapia, S., Skillman, E.D., Nilson, A.S., Meurs, E.J.A., "1E 1415.6 + 2557: An X-ray selected BL Lacertae object in a Luminous Galaxy", Astrophys. J. 302, 711.
- Heckman, T.M., Smith, E.P., Baum, S.A., van Breugel, W.J.M., Miley, G.K., Illingworth, G.D., Bothun, G.D., Balick, B., "Galaxy collisions and mergers: the genesis of very powerful radio sources", Astrophys. J. 311, 526.
- Herman, J., Burger, J.H., Penninx, W.H., "IRAS observations of OH/IR stars. Determination of absolute luminosities and mass loss rates", Astron. Astrophys. 167, 247.

- Hjellming, R.M., Gorkom, J.H. van, Taylor, A.R., Seaquist, E.R., Padin, S., Davis, R.J., Bode, M.F., "Radio observations of the 1985 outburst of RS Ophiuchi", *Ap. J. Lett.* 305, L71.
- Hulst, J.M. van der, Hummel, E., Keel, W.C. and Kennicut, R.C., "The Effects of Galaxy - Galaxy Interactions on Nuclear Activity", in "Spectral Evolution of Galaxies", ed. C. Chiosi and A. Renzini, p. 103.
- Hummel, E. and Hulst, J.M. van der, "NGC 4038/39: Interacting Spiral Galaxies with Enhanced Extended Radio Emission", *Astron. Astrophys.* 155, 151.
- IRAS Science team, "IRAS catalogues and atlases. Atlas of low-resolution spectra", prepared by F.M. Olmon and E. Raimond, *Astron. Astrophys. Suppl.* 65, 607.
- Israel, F.P. and Burton, W.B., "Search for 12CO emission from twelve irregular dwarf galaxies", *Astron. Astrophys.* 168, 369.
- Israel, F.P., Graauw, Th. de, Stadt, H. van de and Vries, C.P. de, "Carbon Monoxide in the Magellanic Clouds", *Astrophys. J.* 303, 186.
- Jaffe, W.J., Gavazzi, G., Valentijn, E.A., "Radio Continuum Survey of the Coma/A1367 supercluster", *Astron. J.* 91, 199.
- Jägers, W.J., "The polarization of radio galaxies - its structure at low frequencies", Ph.D. Thesis, Leiden University.
- Keel, W.C., "The jet of PKS 0521-36: an aging counterpart of M87?", *Astrophys. J.* 302, 296.
- Leahy, J.P., Jägers, W.J. and Pooley, G.G., "A multi-frequency polarization study of 3C66B", *Astron. Astrophys.* 156, 234.
- Lonsdale, C.J., Barthel, P.D., "Double hotspots and flow redirection in the lobes of powerful extragalactic radio sources", *Astron. J.* 92, 12.
- Muizon, M. de, Geballe, T.R., d'Hendecourt, L.B., and Baas, F., "New emission features in the infrared spectra of two IRAS sources", *Astrophys. J.* 306, L105.
- Mulder, W.A. and Liem, B.T., "Construction of a global gas-dynamical model for our Galaxy", *Astron. Astrophys.* 157, 148.

- O'Dea, C.P., Owen, F.V. and Keel, W.C., "Optical spectroscopy of radio jets in 3C31, 3C75, 3C83.1B, and 3C465", Can. J. Phys. 64, 369.
- Pottasch, S.R., Preite-Martinez, A., Olmon, F.M., Mo-Jing-er, Kingsma, S., "IRAS spectra of planetary nebulae III", Astron. Astrophys. 161, 363.
- Sanders, R.H., "Finite length-scale nnti-gravity and observations of mass discrepancies in galaxies", Astron. Astrophys. 154, 135.
- Sanders, R.H., "Alternatives to dark matter", Mon. Not. R. Astr. Soc. 223, 539.
- Sanders, R.H., Bridle, A.H., Clark, B.G., "Orientations of extended radio sources in the third Bologna catalogue", Mon. Not. R. Astr. Soc. 221, 69p.
- Schwarz, U.J., Troland, T.H., Albinson, J.S., Bregman, J.D., Goss, W.M., Heiles, C., "Aperture synthesis observations of the 21 cm Zeeman effect towards Cassiopeia A", Ap. J. 307, 320.
- Skillman, E.D., Bothun, G.D., " HI Synthesis Observations of tow Low Surface Brightness Dwarf Galaxies in Virgo", Astron. Astrophys. 165, 45.
- Strom, R.G., "Prospects for observing the occultation of pulsars by Halley's comet", Astron. Astrophys. 154, L33.
- Taylor, A.R., Seaquist, E.R., Mattei, J.A., "A radio outburst and jet from the symbiotic star CH Cygni", Nature 319, 38.
- Velusamy, T., Goss, W.M., Arnal, E.M., "WSRT Observations of Radio Sources in the Galactic Plane near $l = 54^\circ$ ", Astrophys. Astron. 7, 105.
- Viallefond, F., Goss, W.M., "HII regions in M33. III. Physical properties", Astron. Astrophys. 154, 357.
- Viallefond, F., Goss, W.M., Hulst, J.M. van der and Crane, P.C., "HII regions in M33. II. Radio continuum survey", Astron. Astrophys. Suppl. 64, 237.
- De Waard, G.J., "Thermal - nonthermal relationships in active galactic nuclei", Ph.D. Thesis, Leiden University.
- Wakker, B.P., Boulanger, F., "A search for dust in high-velocity clouds", Astron. Astrophys. 170, 84.

Walterbos, R.A.M., "Stars, gas and dust in the Andromeda galaxy", Ph.D. Thesis, Leiden University.

Watt, G.D., Burton, W.B., Choe, S.V. and Liszt, H.S., "Structure and physical properties of the bipolar outflow source NGC7023", Astron. Astrophys. 163, 194.

Weiler, K.W., Sramek, R.A., Panagia, N., Hulst, J.M. van der and Salvati, M., "Radio Supernovae", Astrophys. J. 301, 790.

Wevers, B.M.H.R., Kruit, P.C. van der, Allen, R.J., "The Palomar-Westerbork survey of northern spiral galaxies", Astron. Astrophys. Suppl. 66, 505.

Woestenburg. E.E.M., Nieuwenhuis, L., "Low-noise 320-360 GHz cryogenically cooled waveguide Schottky diode mixer", Electron. Lett. 22, 1305.

E.2. Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen

- Albada, T.S. van, Sancisi, R., "Dark matter in spiral galaxies", Phil. Trans. R. Soc. Lond., 320, 447.
- Ardenne, A. van, "Design considerations for a multibeam receiver for mm-wave astronomy", The 11th International Conference on IR and mm Waves, Pisa, Italy, November.
- Blaauw, A., "A large-scale OH survey in Orion and Monoceros", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 325.
- Braun, R., Strom, R.G., "The Gem OB1/IC443/5249 complex: A case history of stellar evolution", Star Forming Regions, IAU Symposium 115, eds. M. Peimbert and J. Jugaku, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 442.
- Braun, R., Strom, R.G., Laan, H. van der, Greidanus, H., "Spectral decomposition of IRAS maps", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 47.
- Braun, R., Strom, R.G., Laan, H. van der, Greidanus, H., "Shock-heated Dust in Young Supernova Remnants", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 155.
- Bregman, J.D., Bruyn, A.G. de, "Sharpened Image Spectroscopy", RGO Workshop on High Resolution Imaging, Herstmonceux, November.
- Bregman, J.D., Doorduin, A., "New Design Concepts for compact CCD controllers", SPIE Conference Instrumentation in Astronomy VI, Tucson, March.
- Bregman, J.D., Waltham, N.R., "Basic design of compact CCD controllers for the William Herschel Telescope", ESO/OHP Workshop on "The optimization of the use of CCD detectors in Astronomy", Saint Michel, France, June.
- Bruyn, A.G. de, Schilizzi, R.T., "WSRT Observations of core-dominated radio sources", Proc. IAU Symposium 119 on Quasars, 203.
- Carignan, C., Sancisi, R., and Albada, T.S. van, "HI and mass distribution in the dwarf 'regular' galaxy UGC 2259", Dark Matter in the Universe, eds. J. Kormedy and G.R. Knapp, IAU Symp. 117, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 161.

- Casertano, S., Sancisi, R., and Albada, T.S. van, "Kinematics and warp in NGC 4565", Dark Matter in the Universe, eds. J. Kormendy and G.R. Knapp, IAU Symp. 117, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 82.
- Caspers, M.C.M. and Shane, W.W., "The amazing tail of NGC2146", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 445.
- Dickel, H.R., Goss, W.M., Rots, A.H., "Formaldehyde Abundances in the Dense Molecular Cores DR21 and W3(OH)", Astrochemistry, eds. M.S. Vardya and S.P. Tarafdar, IAU Symp. 120, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 185.
- Driel, W. van, Woerden, H. van, "Mass/luminosity ratios from rotation of HI in SO galaxies", Dark Matter in the Universe, eds. J. Kormendy and G.R. Knapp, IAU Symp. 117, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 83.
- Foley, A.R., "Polarization VLBI - Test observations with the European VLBI Network", YERAC, Havelte, September.
- Hulst, J.M. van der, "Radio Observations of M51", Nederlandse Astronomen Conferentie, Papendal, May.
- Hulst, J.M. van der, "Radio and Optical observations of the HII regions in M51", Star Formation in Galaxies, Pasadena, June.
- Hulst, J.M. van der, "Radio Observations of Interacting Galaxies", American Astronomical Society Meeting, Workshop on Interacting Galaxies, Ames, June.
- Hulst, J.M. van der, "Observations of supernovae from the radio to the X-Ray", "RS Ophiuchi and the Recurrent Nova Phenomenon", Proceedings Manchester Workshop, ed. M.F. Bode, VNU Science Press, 139.
- Hulst, J.M. van der, Hummel, E. Keel, W.C. and Kennicutt, R.C., Jr., "The effects of galaxy-galaxy interactions on nuclear activity", Spectral Evolution of Galaxies, eds. C. Chiosi and A. Renzini (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 103.
- Israel, F.P., "Molecular hydrogen emission from magellanic cloud HII regions and NGC 604 in M33", "Masers, Molecules and Mass Outflows in Star Forming Regions", Ed. A.D. Haschick (Haystack Observatory, Westford), 123.

- Jenniskens, P.M.M., Habing, H.J., Wouterloot, J.G.A., te Lintel Hekkert, P., Blaauw, A., "A large-scale OH-survey in Orion and Monoceros", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 325.
- Keel, W.C., "Classification of optical jets in galaxies", Structure and Evolution of Active Galactic Nuclei, eds. G. Giuricin et al. (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 579.
- Kennicutt Jr., R.C., Ruettiger, K.A., Keel, W.C., Hulst, J.M. van der, and Hummel, E., "Induced star formation in interacting galaxies", Star Formation in Galaxies, ed. C.J. Persson (NASA, Pasadena), in press.
- Kruit, P.C. van der, "Observational searches for dark halos", Dark Matter in the Universe, eds. J. Kormendy, and G.R. Knapp, IAU Symp. 117, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht) 415.
- Laan, H. van der, "Astronomische vergezichten", Vijftien Wetenschappen Vijftien Jaar verder, eds. H.M. Jolles, A.P. Plomp & H. Weijma, (Staatsuitgeverij, 's Gravenhage), 121.
- Muizon, M. de, d'Hendecourt, L.B. and Geballe, T.R., "New Observations of Infrared Astronomical Bands: IRAS-LRS and 3 μ m ground-based Spectra", Polycyclic aromatic hydrocarbons and Astrophysics, eds. A. Leger et al. (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 287.
- Muizon, M. de, d'Hendecourt, L.B. and Perrier, C., "Evidence for a 12 micron water-ice absorption band in the IRAS-LRS spectra of protostars and late type stars", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 221.
- Noordam, J.E., Bregman, J.D., "GHRIL poster", Astronomen Conferentie, Papendal, May.
- Olnon, F.M., "A statistical analysis of the LRS catalog", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht).
- Oort, J.H., "Discussion following report Shandarin", Second ESO/CERN Symposium, Cosmology, Astronomy and Fundamental Physics, Eds. G. Setti and L. van Hove.
- Raimond, E. and Lupton, W.F., "The La Palma Archiving system", Bull. Inform. CDS 31, 41.

Sancisi, R. and Albada, T.S. van, "HI rotation curves of galaxies", Dark Matter in the Universe, eds. J. Kormendy and G.R. Knapp, IAU Symp. 117, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 67.

Sancisi, R., "Dark and luminous matter in galaxies", Radio Astronomy and the Physics of the Universe, eds. R. Fanti, G. Grueff and G. Setti, (CLUEB, Bologna), 91.

Schilizzi, R.T., "Very-Long-Baseline Interferometry", Radio Science 21, 665-679.

Schwarz, U.J., Bregman, J.D., Assendorp, R., "Optical Synthesis, a simulation study", mei, Papendal.

Schwarz, U.J., Bregman, J.D., "SCASIS (Seeing Cell Aperture Synthesis Imaging Spectroscopy), a progress report", RGO workshop on High Resolution Imaging, november, Herstmonceux.

Skillman, E.D., Terlevich, R., Woerden, H. van, "HI Observations of Sextans A", Star Forming Dwarf Galaxies and Related Objects, eds. D. Kunth, T.X. Thuan, J. Tran Thanh Van, (Editions Frontières, Gif sur Yvette), 263.

Slottje, C., Sondaar, L.H., Allaart, M.A.F., "High-resolution Spectra of Microwave millisecond Spikes", CESRA Workshop on Particle Acceleration and Trapping in Solar Flares, mei, Aubigny sur Nère, Frankrijk.

Spoelstra, T.A.Th., Taylor, A.R., Pooley, G.G., Evans, A., Albinson, J.S., "Pointers to conditions in the RS Oph Remnant from Radio Observations", RS Ophiuchi and the Recurrent Nova Phenomenon, ed. M.F. Bode, (Science Press, Utrecht) 193.

Taylor, A.R., "CH Cyg: A nova-like outburst and radio jet", RS Ophiuchi and the Recurrent Nova Phenomenon, ed. M.F. Bode, (VNU Science Press, Utrecht), 209.

Wakker, B.P., "New observations of high-velocity clouds at radio and infrared wavelengths", Gaseous Halos of Galaxies, eds. J.N. Bregman and F.J. Lockman, Workshop No. 12, NRAO, Green Bank, 126.

Wakker, B.P., "Dust in high-velocity clouds", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel, (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 379.

Walker, H.J., Deul, E.R., Butner, H.M. and Burton, W.B., "The Association of Clouds in the Carina Arm with IRAS Spline Maps", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 373.

Walterbos, R.A.M. and Schwering, P.B.W., "Dust in M31 - observations in the IR with IRAS", Light on Dark Matter, ed. F.P. Israel (D. Reidel Publ. Co., Dordrecht), 401.

Woerden, H. van, Schwarz, U.J., Robertson, J.G., Hulsbosch, A.N.M., "Distance and composition of high-velocity clouds", Gaseous Halos of Galaxies, eds. J.N. Bregman and F.J. Lockman, Workshop No. 12, NRAO, Green Bank, 115.

E.3. Populaire artikelen

Albada, T.S. van, Crouwel, B., "Op zoek naar de donkere materie in het heelal", in "Broerstraat 5", RUG.

Caspers, H.C.M., "The amazing Tail of NGC 2146", intern verslag.

Casse, J.L., Starre, I. en Woestenburg, E.E.M., "Constructieve details van een signaal-mixer voor het submillimeter-golfvlengte gebied", Mikroniek 6, november/december.

Cuijpers, P.W.C., "HI observations of the Spindle galaxy NGC 2685", intern verslag.

Kelder, H., Spoelstra, T.A.Th., "Golven in de ionosfeer en hun invloed op sterrekundige waarnemingen", Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde A52, p. 64.

Schilizzi, R.T., "QUASAT: VLBI in de Ruimte", Zenit juli/augustus, blz. 257-261.

Schwarz, U.J., "De Radio Synthese Techniek", Zenit 247.

Smeets, R., "Neutrale waterstof in de omgeving van M51", intern verslag.

Spoelstra, T.A.Th., "Radiosterrenwacht Dwingeloo 30 jaar", Zenit 13, p. 236.

Spoelstra, T.A.Th., "De hemelen vertellen", In het licht van Genesis, red. A.P. Wisse, De Vuurbaak, Barneveld, p. 109.

E.4. Internal Technical Reports

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
175	Ardenne, A. van	Not yet issued.
176	Bos, A.	"The NFRA Correlator Chip".
177	Brouw, W.N.	"DQ: CUS compatibel plot routines".
178	Bos, A.	"A general purpose correlator board: "Functional Description". Not yet issued.
179	Bos, A.	"Functional design of a wideband digital spectrometer".
180	Casse, J.L., Graauw, W.M. de, Stadt, H. van de, and Woestenburg, E.E.M.	"345 GHz Heterodyne Receiver System for the James Clerk Maxwell Telescope".
181	Woestenburg, E.E.M. and Nieuwenhuis, L.	"Low noise 320-360 GHz cryogenically cooled waveguide Schottky diode mixer".
182	Yang Yipei	"A comparison of self-calibration facilities of "AIPS" and "DWARF"".
183	Ardenne, A. van, Woestenburg, E.E.M. and Ree, L.J. van der	"A 350 GHz phase/frequency locked loop for use with a carcinotron backward wave oscillator".

E.5. Notes *

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
474	Diepen, G.N.J. van, Raimond, E.	Observatorio del Roque de Los Muchachos, Isaac Newton Group of Telescopes, "Loading and maintaining the La Palma Archive", Operator's Manual, part 1, version 2.
476	Bos, A.	"DXB Software Description. Part I: Testprogrammes".
478	Ardenne, A. van, Millenaar, R.P., Roosjen, J.F.N.	"The Wideband Adding System; interface between DCB and VLBI terminals Revised Version".
483	Diepen, G.N.J. van	"Archive Programmer's Guide Observatorio del Roque de los Muchachos. Isaac Newton Group of Telescopes. Revised Version".
486	Bos, A.	"DXB Software Description. Part II: The configuration program LDDXB".
488	Dooley, Ph.M. , Millenaar, R.P. , Zwier, S.Th., Bos, A.	"The NFRA Correlator Chip Tester".
489	Dooley, Ph.M. , Bos, A.	"PCORR; A Cross Correlation Simulation Program".
490	Bos, A.	"Test results of the NFRA correlator chip".
491	Spoelstra, T.A.Th.	"Telex user's manual".
492	Nan Ren-Dong	"3C119 18 and 6 cm mapping with different data reduction packages".
493	Ardenne, A. van, Buiter, J., Schipper, B.A.P.	"The Standard IF and Back-end Interface of the JCMT".
494	Watt, G.D.	"Calibration and Observational Techniques for use with the 350 GHz Heterodyne Receiver".

- 495 Woestenburg, E.E.M., "Operating Manual for the Front-end System of the 345 GHz Heterodyne Receiver for the James Clerk Maxwell Telescope".
- 496 Ardenne, A. van "Total power output in tied array, local mode".
- 499 Bos, A. "A 1024 channel autocorrelator for the Dwingeloo Telescope".
- 500 Ardenne, A. van "Brief outline of calibration system for new frontends".
- 501 Grit, T. "VLBI realtime fringe verification".
- 502 Ardenne, A. van "Some simple expressions for loss in antenna gain due to axial and lateral feed displacement".

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

E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1986

<u>Naam</u>	<u>Titel</u>
M. Allaart	"Fine structure in Solar cm wave spectra".
A. van Ardenne	"Het Westerbork VLBI ontvanger systeem".
W.A. Baan	"Extragalactic Mega Masers".
F.O. Clark	"Galactic Jets".
O.A. Hofman	"Netwerken in vogelvlucht".
O.A. Hofman	"Het OSI model voor netwerken".
T.K. Menon	"Canadian radio astronomy" en "CCD detectors for the CFHT at Hawaii".
P. Puxley	"Enhanced central star formation in barred galaxies".
C. Schalinski	"Bulk Relativistic Motion in a Complete Sample of Radio Selected AGN's".
A.R. Taylor	"The unusual outburst of Nova Vul-1984-2".
G.L. Verschuur	"THe Distance towards High Velocity Clouds".
Yang Yi-Pei	"The Synthesis Radio Telescope at Beijing Astronomical Observatory".

E.7. Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers van de Stichting RZM *

Bos, A., "Correlator developments within NFRA", NRAO, Charlottesville, USA, oktober.

Bos, A., "Correlator developments within NFRA", Haystack Observatory, Westford, USA, oktober.

Bregman, J.D., "Seeing Cell Aperture Synthesis Imaging" Instituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Tenerife, december.

Brouw, W.N., "High dynamic Range observations with the SRT", CSIRO Radiophysics, Sydney, mei.

Brouw, W.N., "New high dynamic range results WSRT", VLA, Socorro, juni.

Brouw, W.N., "New developments in Radio astronomical data processing", T.H. Delft, Geodesie, Delft, december.

Bruyn, A.G. de, "Radio Sources in the Perseus Cluster", Sterrekundig Instituut, Utrecht, maart.

Bruyn, A.G. de, and Terlevich, R., "Debate on Active Galactic Nuclei", YERAC, Havelte, september.

Hulst, van der J.M., "HII regions in M51", Sterrekundig Laboratorium Kapteyn, Groningen, september.

Hulst, van der J.M., "HII regions in M51", ESO, Garching, bei München, oktober.

Hulst, van der J.M., "HI regions in M51", Univ. of Minnesota, Minneapolis, november.

Hulst, van der J.M., "HI regions in M51", Very Large Array, Socorro, New Mexico, november.

Noordam, J.E., "High Resolution Imaging on La Palma", Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux, november.

Raimond, E., Lupton, W.F., "The La Palma Archiving system", Réunion de travail sur l'Archivage des Observatoires Astronomiques, Montpellier, mei.

Schilizzi, R.T., "VLBI", Institut für Angewandte Physik, Bern, Zwitserland, januari.

Schilizzi, R.T., "SS433", Space Research Institute, Moscow, USSR,
december.

Skillman, E.D., "Neutral Hydrogen and Star Fromation in Irregular
Galaxies", Sterrewacht Leiden, Leiden, november.

Skillman, E.D., "Neutral Hydrogen and Star Fromation in Irregular
Galaxies", Kapteyn Laboratorium, Groningen, december.

Skillman, E.D., "Neutral Hydrogen and Star Fromation in Irregular
Galaxies", Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux,
Engeland, december.

Skillman, E.D., "Understanding DWARF Irregular Galaxies", ESO,
München, Duitsland, november.

Skillman, E.D., "Understanding DWARF Irregular Galaxies", MPIfR,
Bonn, Duitsland, december.

* Dwingeloo colloquia zijn niet inbegrepen, zie onder E.6.

E.8. Deelname van RZM-medewerkers aan congressen en conferenties

A. van Ardenne, 11th Internationale Conference on IR and MM waves,
Pisa, Italië, november.

A. Bos, Eusipco, Den Haag, Nederland, september.

A. Bos, I.C.C.D. '86, New York, USA, oktober.

W.N. Brouw, Nederlandse Astronomen Conferentie, Papendal, Arnhem,
Nederland, mei.

W.N. Brouw, FAST Thinkshop, Bari, Italië, november.

A.G. de Bruyn, Nederlandse Astronomen Coferentie, Papendal,
Arnhem, Nederland, mei.

A.R. Foley, XIX Young European Radio Astronomer's Conference,
Havelte, Nederland, september.

J.M. van der Hulst, Star Formation in Galaxies, Pasadena,
Californië, USA, juni.

J.M. van der Hulst, American Astronomical Society Meeting, Ames,
Iowa, USA, juni.

J.M. van der Hulst, Nederlandse Astronomen Conferentie, Papendal,
Arnhem, Nederland, mei.

J.M. van der Hulst, XIX Young European Radio Astronomer's
Conference, Havelte, Nederland, september.

J.E. Noordam, Modern Istrumentation in Astronomy, Herstmonceux,
UK, september.

J.E. Noordam, High Resolution Imaging on La Palma III,
Herstmonceux, UK, november.

F.M. Olnon, Third ST-ECF Data Analysis Workshop, Garching bei
München, BRD, februari.

E. Raimond, Réunion de travail sur l'Archivage des Observations
Astronomiques, Montpellier, Frankrijk, mei.

R.T. Schilizzi, Interrelation of Ground and Space Astronomy,
Wenen, Oostenrijk, mei.

R.T. Schilizzi, 2nd Radioastron Workshop, Boedapest, Hongarije,
mei.

- R.T. Schilizzi, 3rd Radioastron Workshop, Moskou, USSR, december.
- R.T. Schilizzi, COSPAR, Toulouse, Frankrijk, juli.
- R.T. Schilizzi, Workshop on Modern Instrumentation and its Influence on Astronomy, RGO, Herst Monceux, U.K., september.
- R.T. Schilizzi, XIX Young European Radio Astronomer's Conference, Havelte, Nederland, september.
- R.T. Schilizzi, Workshop on Radio astronomy in Space, Green Bank, USA, september/oktober.
- R.T. Schilizzi, Workshop on SS433 and Jets, St. Louis, USA, december.
- E.D. Skillman, Star Formation in Galaxies, Pasadena, Californië, USA, juni.
- E.D. Skillman, 168th American Astronomical Society Meeting, Ames, Iowa, USA, juni.
- E.D. Skillman, XIX Young European Radio Astronomer's Conference, Havelte, Nederland, september.
- C. Slottje, Particle Acceleration and Trapping in Solar Flares, CESRA Workshop, Aubingny sur Nère, Frankrijk, mei.
- T.A.Th. Spoelstra, International Beacon Satellite Symposium, Oulu, Finland, juni.
- T.A.Th. Spoelstra, Nederlandse Astronomen Conferentie, Papendal, Arnhem, Nederland, mei.
- T.A.Th. Spoelstra, Kleinheubacher Tagung, Kleinheubach, BRD, oktober.
- T.A.Th. Spoelstra, European Astronomical Data Network, Straatsburg, Frankrijk, mei.
- T.A.Th. Spoelstra, ST-ECF 4th Data-Analysis Workshop, Garching bei München, BRD, oktober.

Appendix F. AFKORTINGEN / ABBREVIATIONS.

AAT	Anglo Australian Telescope
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 molecuul
CSIRO	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization (Australië)
CTD	Centrale Technische Dienst
DB	Dagelijks Bestuur
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
GIPSY	Groningen Image Processing System
HI	Ongeioniseerde (neutrale) waterstof
HII	Geioniseerde waterstof
HPBW	Half Power Beam Width
HVC	High Velocity Cloud
IAC	Instituto de Astrofisica de Canarias
IAU	International Astronomical Union
IC	Integrated Circuit
ING	Isaac Newton Group of telescopes
INT	Isaac Newton Telescope
IPCS	Image Photon Counting System
IR	Infrarood
IRAS	InfraRed Astronomical Satellite
IRS	Intermediate Resolution Spectrograph
ITR	Internal Technical Report

IUCAF	Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies
JISWG	Joint IRAS Scientific Working Group
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
LRS	Low Resolution Spectrograph (IRAS)
LWG	Landelijke WerkGemeenschap
MT	Maxwell Telescope
MWLCO	Mount Wilson & Las Campanas Observatories
MPIfR	Max Planck Institut für Radioastronomie
NAC	Nederlandse Astronomen Club
NASA	National Aeronautic and Space Administration
NCA	Nederlands Comité Astronomie
NFRA	Netherlands Foundation for Radio Astronomy
NGC	New General Catalog
NLR	Narrow Line Region
NOAO	National Optical Astronomy Observatories (USA)
NRAO	National Radio Astronomy Observatory (USA)
NRC	National Research Council (Canada)
NSF	National Science Foundation
OH	OH molecuul
OR	Ondernemingsraad
OVRO	Owens Valley Observatory
PATT	International Panel for Allocation of Telescope Time (UK)
PC	Programma Commissie
pc	parsec
POSS	Palomar Observatory Sky Survey
QUASAT	QUAsar SATellite (space VLBI)
RAL	Rutherford Appleton Laboratories
RF	Radio Frequency
RGO	Royal Greenwich Observatory
rms	root mean square
RT	radiotelescoop
RWG	Receiver Working Group
RZM	(Stichting) Radiostraling van Zon en Melkweg
SERC	Science and Engineering Research Council (UK)
SMS	Solar Maximum Satellite
SNR	Super Nova Remnant
SRON	Stichting Ruimte Onderzoek Nederland
SRT	Synthese Radio Telescoop
SRZM	Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg
STScI	Space Telescope Science Institute
UGC	Uppsala General Catalog
UKIRT	United Kingdom Infrared Radio Telescope
URSI	Union Radio Scientifique International
UV	Ultra Violet

VLBI	Very Long Baseline Interferometry
WGAR	Working Group on Astronomical Refraction
WHT	William Herschel Telescope
WSRT	Westerbork Synthese Radio Telescoop
YERAC	Young European Radio Astronomers Conference

Appendix G. ADRESLIJST

- Amsterdam (G.U.): Sterrekundig Instituut Anton Pannekoek, Universiteit van Amsterdam, Roetersstraat 15, 1018 WB Amsterdam, 020-5259111.
- Amsterdam (V.U.): Natuurkundig Laboratorium der V.U., De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam, 020-5484714.
Postadres: Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam.
- Stichting ASTRON: Koningin Sophiestraat 124, 2595 TM Den Haag, 070-824231.
- Bologna: Istituto di Radio Astronomia, c/f Istituto di Fisica "A.Righi", Via Irnerio 46, 40126 Bologna, Italië, tel. 09-39-51-243144, telefax 09-39-51-247244, 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.
- Cambridge (UK): University of Cambridge, Institute of Astronomy, Madingley Road, Cambridge, CB3 OHA, Engeland, tel. 09-44-223-337733, telex UK 817297.
- Cambridge (UK): University of Cambridge, Department of Physics, Mullard Radio Astronomy Observatory, Cavendish Laboratory, Madingley Road, Cambridge CB3 OHA, tel. 09-44-223-337733, telefax 09-44-223-63263, telex UK 81292.
- Dwingeloo: Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, 7991 PD Dwingeloo, tel. 05219-7244, telex 42043, telefax 05219-7332, PSDN (0204)1521004.
Postadres: Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo.
- ESO: Karl Schwarzschildstrasse 2, D-8046 Garching (bei München), B.R.D., tel. 09-49-89-320060, telefax 09-49-89-3202362, telex D 5282820.
- ESTEC: Keplerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk, 01719-86555.
Postadres: Postbus 299, 2200 AG Noordwijk, telefax 01719-17400, telex 39098.
- Groningen: Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Landleven 12, 9747 AE Groningen, tel. 050-634073, telex 53572. Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen
- Hawaii: Ka'ulani International Observatory, 665 Komohana Street, Hilo, Hawaii 96720, USA, tel. 09-1-808-9613756/9354332, berg: 09-1-808-9616091, telefax 09-1-808-9616516, telex HAW 708633135.
- IAC: Instituto de Astrofysica de Canarias, 38071 La Laguna, Tenerife, Spanje, 09-34-22-262211, telefax 09-34-22-263005, telex E 9640.
- IRAM (Frankrijk): IRAM, voie 10 - Domaine Universitaire, 38406 St. Martin d'Heres, 09-33-76-423383, Frankrijk, telefax 09-33-76-515938, telex F 980753.

IRAM (Spanje): IRAM, Av. Divina Pastora 7, Nuclar Central,
18012 Granada, Spain, 09-34-58-279508/279516,
telefax 09-34-58-207662, telex: E 78584.

Jodrell Bank: University of Manchester, Nuffield Radio
Astronomy Laboratories, Jodrell Bank, Maccles-
field, Cheshire SK11 9DL, Engeland,
tel. 09-44-477-71321, telex UK 36149.

Kent University: Electr. Dept. of Kent University at Canterbury,
Canterbury, Kent CT2 7NT, Engeland,
tel. 09-44-227-66822, telex UK 965449.

La Palma: Observatorio del Roque de los Muchachos, RGO,
Kantoor: Apartado de Coreos 321, Santa Cruz de
La Palma, Prov. de Tenerife, Canarias,
Spanje, tel. 09-34-22-411005, telex E
92757, telefax 09-34-22-414203,
Berg : tel. 09-34-22-400050/400000, telex E
92639.

Leiden: Sterrewacht, Wassenaarseweg 78, 2333 AL Leiden,
tel. 071-275700/275800, telefax 071-275819,
telex 39058, Postadres: Postbus 9513, 2300 RA
Leiden.

NRAO: Edgemont Road, Charlottesville, VA 22901, USA,
tel. 09-1-804-2960211, telefax 09-1-804-2960211,
telex: USA 9109970174.

NRAO: P.O. Box 2, Green Bank, WV 24944, USA, tel. 09-
1-304-4562011, telex: USA 7109381530.

Nijmegen: Sterrenkundig Instituut, Katholieke Universi-
teit, Toernooiveld, Nijmegen, tel. 080-611111,
telex 48228.
Postadres: Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen.

Queen Mary College: Department of Physics, Mile End Road, London
E1 4NS, England, 09-44-1-9804811, telex UK
893750.

RAL: Rutherford/Appleton Laboratories, Techn. Div.
Bldg.R65, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0QX,
Engeland, tel. 09-44-235-21900,
telefax 09-44-235-446863, telex UK 83159.

RGO: Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux
Castle, Hailsham, East Sussex BN27 1RP,
Engeland, tel. 09-44-323-833171, telefax 09-
44-323-833667, telex UK 87451.

Roden: Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20, 9301 KA
Roden, tel. 05908-19631, telex 53767.

ROE: Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh EH9
3HJ, Schotland, 09-44316673321,
telefax 09-44-31-6679422, telex UK 72383.

SERC: Science and Engineering Research Council,
Polaris House, North Star Avenue, Swindon
SN2 1ET, Engeland, 09-44-793-26222, telefax 09-
44-793-511181, telex UK 449466.

SRON (Utrecht): Ruimteonderzoek Utrecht, Beneluxlaan 21, 3527 HS Utrecht, tel. 030-937145, telefax 030-945783, telex 47224.

SRON (Groningen): Ruimteonderzoek Groningen, Postbus 800, 9700 AV Groningen, tel. 050-634074, telefax 050-634033, telex 53572.

SRON (Leiden): Ruimteonderzoek Leiden, Sterrewacht, Postbus 9513, 2300 RA Leiden, tel. 071-148333, tst.5800, telex 39058.

Utrecht: Sterrewacht "Sonneborgh", Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, tel. 030-312841, telefax 030-945783, telex 47224.

VLA: NRAO, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA, tel. 09-1-505-8352924, (site: 09-1-505-7724011), telex USA 9109881710.

Westerbork: Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 1, 9433 TA Zwiggelte, tel. 05939-421, telex 53621.

Z.W.O.: Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek, Juliana van Stolberglaan 148, 2595 CL 's-Gravenhage, tel. 070-496649/824231, telefax 070-855700, telex 31660.
Postadres: Postbus 93138, 2509 AC Den Haag.

- Albada, Prof.Dr. T.S. van, Groningen, 050-634089.
Groenestein 31, 9301 TP Roden, 05908-17093.
- Albinson, Dr. J.S., University of Keele, Dept. of Physics, Keele,
Staffordshire ST5 5BG, Engeland.
- Allen, Prof.Dr. R.J., Department of Astronomy, University of
Illinois, 349 Astronomy Building, 1011 W.
Springfield Ave., Urbana, IL 61801, USA, tel.
09-1-217-3333090, telex 9102452434.
- Ardenne, Ir. A. van, Dwingeloo.
Tapuitlaan 102, 7905 CZ Hoogeveen, 05280-71114.
- Atherton, Dr. P.D., Queensgate Instruments Ltd., 112 Windmill
Road, Sunbury-on-Thames, Middlesex TW16 7BH,
Engeland.
- 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, C.C. no.
5, 1894 Vila Elisa, Argentinië, 09-54-21-43793.
- Baldwin, Dr. J.E., Cambridge (MRAO).
- Balick, Prof. B., Astronomy Dept. FM-20, University of Washington,
Seattle, WA 98195, USA, 09-1-206-5437683, telex:
(023)4740096 uw ui.
- Balster, Y.M.J., Debussyalaan 54, 7333 DH Apeldoorn, 055-338039.
- Barthel, Dr. P.D., Caltech 105-24, Pasadena, CA 91125, USA
696 South Marengo Ave., Pasadena, CA 91106, USA.
- Baud, Dr. B., Fokker B.V., Space Div., TR-MC, 1117 ZJ Schiphol,
020-5442631.
Atjehweg 3, 2202 Noordwijk, 01719-14798.
- Beckers, J.M., Advanced Development Program Natl. Optical Astron.
Obs., 950 N. Cherry Ave., Tucson, AZ 85726,
USA
- Beerekamp, W.H.J., La Palma.
Valderseweg 2, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1923.
- Begeman, Drs. 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.
Asserstraat 78, 9335 TC Zuidvelde, 05928-12565.
- Bleeker, Prof. Dr. Ir. J.A.M., SRON, Utrecht.
Wagnerlaan 10, 3723 JV Bilthoven, 030-786921.
- Blum, Prof. E.J., IRAM.
- Boer, Drs. J.A. de, Groningen, 050-634073.
Prinses Irenelaan 1, 9765 AL Paterswolde,
05907-4290.
- Boksenberg, Prof. A., RGO.

Boland, Dr. W.H.W.M., Astron.
Burg. Weimalaan 14, 7948 AM Nijeveen, 05229-
2281.

Bontekoe, Drs. T.R., Groningen, 050-634063.

Booth, Dr. R.S., Onsala Space Observatory, S-43034 Onsala, Zweden.

Bos, Dr.Ir. A., Dwingeloo.
De Reiger 17, 7905 GG Hoogeveen, 05280-67613.

Bosma, Dr. A., Observatoire de Marseille, 2 Place le Verrier,
13248 Marseille, Cedex 4, 09-33-91-959088.

Bottema, Drs. R., Groningen, 050-634087.
Hofakkers 20, 9468 EE Annen, 05922-2509.

Boulanger, F., Observatoire de Meudon, 92190 Meudon, Frankrijk.
09-33-1-45-347530, telex: 270912.

Braes, Dr. L.L.E., Leiden, tst. 5873.
Vondellaan 56, 2332 AG Leiden, 071-765065.

Brand, Drs. J., Leiden, tst. 5864.
Van Swietenstraat 13, 2334 EA Leiden, 071-
176896.

Braun, Dr. R., VLA.

Bregman, Ir. J.D., Dwingeloo.
De Groenkampen 5, 9414 AM Hooghalen, 05939-387.

Breugel, Dr. W.J.M. van, University of California, Dept. of
Astronomy, Berkeley, CA 94720, USA, tel. 09-
1-415-6425275, telex: 9103667945.

Brinks, Dr. E., RGO.

Broeils, Drs. A.H., Groninen, 050-634091.
Tuinstraat 22b, 9711 VD Groningen, 050-131787.

Brouw, Prof.Dr. W.N., Dwingeloo.
Schapendrift 40, 9411 BT Beilen, 05930-3514.

Brouwer, Dr.Ir. F.J.J., afd. Geodesie, T.H. Delft, Thijsseweg 11,
2629 JA DELFT, 015-782554 en Dienst van het
Kadaster en de Openbare Registers, Waltersingel
1, 7314 NK Apeldoorn.

Brugge, Ir. J.F. van der, Dwingeloo.
Achter de Hoven 2, 7991 AD Dwingeloo, 05219-1720.

Bruyn, Dr. A.G. de, Dwingeloo.
Leggeloo 29, 7991 PW Dwingeloo, 05219-2687.

Bueren, Dr. H.G. van, Raad van Advies voor het Wetenschaps-
beleid, Javastraat 42, 2585 AP Den Haag,
Postbus 18524, 2502 EM Den Haag.
Meidoornlaan 13, 3461 ES Linschoten, 03480-
15406.

Burg, Drs. G. van der, Nijmegen, tst. 2080.
Burg. Blessinglaan 58, 6644 DD Ewijk, 08872-
3011.

Burke, Prof.Dr. B.F., Massachusetts Institute of Technology,
Phys. Dept., Cambridge, MA 02139, USA.

Burnell, Dr. J.S.B., ROE.

Burns, Dr. W.R., NRAO, Charlottesville.

- Burton, Prof.Dr. W.B., Leiden, tst. 5884.
Lagewaard 1, 2396 AT Koudekerk aan de Rijn,
01714-4064.
- Butcher, Prof.Dr. H.R., Roden.
Floralaan 8, 9301 KE Roden, 05908-13051.
- Cannon, Dr. R., Anglo-Australian Observatory, P.O. Box 296,
Epping, N.S.W. 2121, Australië.
- Carignan, Dr. C., Département de Physique, Université de Montréal,
C.P. 6128, Suc. "A", Montréal (Que.), H3C 3J7,
Canada.
- 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.Dr. W.N., "Bingera" RMB 436, Macks Reef Rd.,
Sutton, Via Bungendore, N.S.W. 2621, Australië.
- Cole, Prof. T.W., School of Electrical Engineering, University of
Sydney, NSW 2006, Australië.
- Coleman, Dr. P.H., Groningen, 050-634064.
Fongersplaats 80, 9725 LD Groningen.
- Conway, Dr. R.G., Jodrell Bank.
- Coolen, A.H.W.M., Groningen, 050-634067.
Valreep 29, 9732 EG Groningen, 050-421365.
- Deul, Drs. E.R., Leiden, tst. 5878.
Peppelschans 38, 2352 BE Leiderdorp.
- Dickel, Dr. J.R., University of Illinois, Astronomy Department,
1011 W. Springfield Ave., Urbana, IL 61801, USA.
- Diepen, G.N.J. van, Dwingeloo.
Moleneinde 25, 7981 AM Diever, 05219-2729.
- Downes, Dr. D., IRAM.
- Drenth, S., Dwingeloo.
Hofakkers 15, 9431 BD Westerbork, 05933-31714.
- Driel, Drs. W. van, Groningen, 050-634081.
Kremersheerd 78, 9737 PB Groningen, 050-422889.
- Dymanus, Prof.Dr. A., Nijmegen.
Grameystraat 35, 6525 DN Nijmegen, 080-241377.
- Ekers, Prof.Dr. R.D., VLA.
- Fanti, Dr. C., Bologna.
- Fanti, Dr. R., Bologna.
- Fejes, Dr. I., Népszinház-u 46, H 1081 Budapest, Hongarije.
- Felli, Dr. M., Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo Enrico
Fermi 5, 50125 Firenze, Italië, 09-39-55-220034.
- Fokker, Dr. A.D., Utrecht.
Kruislaan 17, 3712 AL Bilthoven, 030-785610.
- Foley, Dr. A.R., Dwingeloo.
Zwederaweg 59, 7963 BS Ruinen, 05221-1977.
- Forster, Dr. J.R., C.S.I.R.O., Division of Radiophysics, P.O. Box
76, Epping, N.S.W. 2121, Australië.
- Frater, Dr. R.H., Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., P.O. Box
76, Epping, N.S.W. 2121, Australië.

- 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.
- Geus, Drs. E.J. de, Leiden, tst. 5840.
Klikspaanweg 22a, 2324 LW Leiden, 071-760533.
- Gorkom, Dr. J.H. van, VLA.
- 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, tst. 5894/5915.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
- Greidanus, Drs. H.S.F. van Wimersma, Leiden, tst. 5829.
Vliet 11, 2311 RC Leiden, 071-141303.
- Groningen, Dr. E. van, ROE/ESTEC.
- Groot, Dr. T. de, Utrecht.
Ornsteinsingel 18, 3571 HT Utrecht, 030-716148.
- Grijp, Drs. M.H.K. de, Leiden, tst. 5864.
Pelikaanhof 6a, 2312 EA Leiden.
- Gunn, Dr. J.E., Astrophys. Sci., Princeton University, Peyton
Hall, Princeton, NJ 08544, USA.
- Habing, Prof. Dr. H.J., Leiden, tst. 5884.
Julianalaan 20, 2341 ER Oegstgeest, 071-154967.
- Habing, R.J., Groningen, 050-634091.
Wibenaheerd 50, 9736 PC Groningen, 050-421876.
- Hamaker, Drs. J.P., Hawaii.
- Hanisch, Dr. R.J., Space Telescope Science Institute, Homewood
Campus, John Hopkins University, Baltimore, MD
21218, USA 09-1-301-3384700.
- 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.
- Hellinga, P., Dwingeloo.
Vaartweg 23, 7951 RA Staphorst, 05220-
57134.
- Herman, Dr. J., ESTEC.
Kleverparkweg 23, 2023 CB Haarlem, 023-257794.
- Heuvel, Prof. Dr. E.P.J. van den, Amsterdam (G.U.).
Da Costalaan 3, 3743 HT Baarn, 02154-15586.
- Hin, A.C., Westerbork.
Bosweg 23, 9414 BD Hooghalen, 05939-464.
- Hoekema, T., Leiden, tst. 5851.
Hoofdstraat 123, 2351 AE Leiderdorp, 071-894417.

Hoekstra, Dr. R., TNO Technisch Physische Dienst, Postbus 155,
2600 AD Delft, 015-788020.
Zuidereinde 29, 1243 KJ 's-Graveland, tel. 035-
61318

Högblom, Dr. J.A., Stockholms Observatorium, 13300 Saltsjöbaden,
Zweden, 09-46-8-7170631.

Hooyng, 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, tst. 5830.
Maasstraat 5, 2314 TT Leiden, 071-896586.

Hulsbosch, Dr. A.N.M., Nijmegen, tst. 2080.
Weezenhof 66-47, 6536 BD Nijmegen, 080-446959.

Hulst, Prof.Dr. H.C. van de, Leiden, tst. 5853.
Sterrewacht 8, 2311 GW Leiden, 071-131192.

Hulst, Dr. J.M. van der, Westerbork.
Kleine Beer 68, 7904 LV Hoogeveen, 05280-75513.

Hummel, Dr. E., Bonn.

Hunt, A.J., Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., P.O. Box 76,
Epping, N.S.W. 2121, Australië.

Israel, Dr. F.P., Leiden, tst. 5877.
Apothekersdijk 31, 2312 DD Leiden.

Jaffe, Dr. W.J., Leiden.

Jager, Prof. Dr. C. de, SRON, Utrecht.
Zonnenburg 1, 3512 NL Utrecht, 030-314253.

Jägers, Dr. W.J., Fokker.
Boerhaavelaan 156, 2334 EV Leiden, 071-171268.

Jong, Prof. Dr. T. de, Amsterdam (G.U.).
Burg. 's Jacoblaan 4, 1401 BM Bussum, 02159-
13198.

Kaastra, Dr. J.S., Utrecht.
Zwaardemakerlaan 42, 3571 ZD Utrecht, 030-
510372.

Kahlmann, Ir. H.C., Westerbork.
Brinkstraat 5, 9531 JM Borger, 05998-35372.

Kalberla, Dr. P.M.W., Astronomy Department, Univ. of Bonn, Auf dem
Hügel 71, D-5300 Bonn-1, BRD.

Kapahi, Dr. V.K., T.I.F.R. Centre, India Institute of Science,
Bangalore, 560 012, India.

Katgert, Dr. P., Leiden, tst. 5852.
Westlanderwerf 10, 2317 EH Leiden, 071-213243.

Kattenberg, Dr. A., Tijmstraat 30, 3551 GL Utrecht, 030-434008.

Knapp, Dr. G.R., Dept. of Astrophys. Sci., Institute for Advanced
Study, Princeton University, Princeton, N.J.
08544, USA.

Kos, Dr. N., ZWO.

Kotanyi, Dr. C.G., Observatoire de Meudon, 92190 Meudon,
Frankrijk.
Telex: 270912.

Kramer, Ir. C., Coörd. Ontw. MSD, Gebouw QM-244, Veenpluis, 5684
PC Best, 040-762601.
Bernhardweg 2, 5582 JS Aalst, 04904-2651.

Kroodsma, Y.W., Dwingeloo.
Snellingerdijk 89, 8431 EL Oosterwolde, 05160-
3632.

Kruit, Dr. P.C. van der, Groningen, 050-634053.
Marsmanlaan 8, 9721 XV Groningen, 050-257636.

Kruit-Roskam, T.W. van der, Groningen,
Marsmanlaan 8, 9721 XV Groningen, 050-257636.

Kuperus, Prof.Dr. M., Utrecht.
Spoorlaan 9a, 1406 SR Bussum, 02159-17288.

Kuijpers, Dr. J.M.E., Utrecht.
Sperwerkamp 25, 3972 WB Driebergen, 03438-14845.

Laan, Prof.Dr. H. van der, Leiden, tst. 5848.
Grotiuslaan 10, 2353 BV Leiderdorp, 071-893682.

Laureijs, Drs. R., Groningen, 050-634036.
Mudaheerd 24 links, 9737 SW Groningen.

te Lintel Hekkert, Drs. P., Leiden, tst. 5839.
Schutterstraat 15, 2316 XH Leiden.

Longair, Prof. Dr. M.S., ROE.

Longo, Dr. G., Dept of Astronomy, University of Texas at Austin,
Austin, TX 78712, USA.

Lugtenborg, K.W.C., Leiden, tst. 5858.
Leidseweg 531, 2253 JJ Voorschoten, tel. 071-
767837.

Luyten, Dr. R.J., Rekencentrum der R.U. Groningen, Postbus 800,
9700 AV Groningen, 050-633376.

Mathewson, Prof. D.S., Mount Stromlo Observatory, Private Bag,
Woden ACT 2606, Australië.

Meurs, Dr. E.J.A., Cambridge,(IOA).

Mezger, Dr. P.G., Bonn.

Mighell, Drs. K.C., Roden.
Schonauwen 36, 9301 SR Roden, 05908-17544.

Miley, Dr. G.K., Academic Affairs Dept., Space Telescope Science
Institute, Homewood Campus, Baltimore, MD 21218,
USA, 09-1-301-3384700.

Molen, Prof. Dr. H.J. van der, ZWO.

Moorsel, Dr. G.A. van, ESO.

Mulder, Drs. P.S., Groningen, 050-634063.
Prinses Irenestraat 16. 3981 BR Bunnik, 03405-
63716.

Muller, Prof.Ir. C.A., Odinks veld 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., Adv. Radiozaken Telecomm. Centr. Direktie PTT,
Kamer 75179, Postbus 30000, 2500 GA Den Haag,
070-757920/757235.
Guido Gezelelaan 86, 2624 LA Delft, 015-563636.

Newport, Dr. R.W., RAL.

Nieuwenhuijzen, Dr. H., Utrecht.
Grunoplantsoen 10, 3981 GT Bunnik, 03405-63253.

Nieuwkoop, Dr.Ir. J. van, Utrecht.
Prinsesselaan 12, 7316 CN Apeldoorn, 055-215164.

Noordam, Ir. J.E., IAC.

Olling, R.P., Groningen, 050-634083.
Jozef Israelsstraat 5, 9718 GA Groningen, 050-
135642.

Olnon, Dr. F.M., Dwingeloo.
De Spits 30, 7908 DH Hoogeveen, 05280-76011.

Oort, Prof.Dr. J.H., Leiden, tst. 5845.
President Kennedylaan 169, 2343 GZ Oegstgeest,
071-176702.

Oort, Drs. M.J.A., Leiden, tst. 5841.
Gerbrandylaan 72, 2253 LA Voorschoten, 071-
767785.

Oosterloo, Drs. T., Groningen, 050-634083.
Jupiterstraat 75, 9712 ET Groningen, 050-731751.

O'Sullivan, Dr. J.D., CSIRO, Division of Radiophysics, P.O. Box
76, Epping, NSW 2121, Australië.

Pel, Dr. J.W., Groningen, 050-634082 en Roden.
Havezathenlaan 107, 9301 SB Roden, 05908-15407.

Parker, Dr. N.M., La Palma.

Parma, Dr. P., Bologna.

Pater, Dr. I. de, University of California, Dept. of Astronomy,
Berkeley, CA 94720, USA, tel. 09-1-415-6425275,
telex: 9103667945.

Perola, Dr. G., Istituto Astronomico, c/o Istituto di Fisica n.e.,
P.le A.Moro 2, 00185 Roma, Italiaë.

Pickles, Dr. A.J., Groningen, 050-634058 (tot 1-6-'87); daarna La
Palma).
't Oldehof 14, 9951 JX Winsum, 05951-1912.

Poole, Drs. R.S le, La Palma.

Pottasch, Prof.Dr. S.R., Groningen, 050-634097.
Zuidlaarderweg 1, 9756 CE Glimmen, 05906-1544.

Raad, Drs. B. de, Koninkl. Shell Laboratorium, Badhuisweg 3, 1031
CM Amsterdam-Noord.
Berkenlaan 1, 2224 EH Katwijk aan Zee, 01718-
14432.

Radhakrishnan, Prof. V.R., 09-91-812-360522, Raman Research
Institute, Hebbal P.O., Bangalore, 560 080,
India, 09-91-812-360122, telex 8452671.

- Raimond, Dr. E., Dwingeloo.
Esweg 4, 7991 AC Dwingeloo, 05219-1699.
- Rees, Prof. M.J., Cambridge (IOA).
Retallack, Dr. D.S., VLA.
- Robertson, Dr. J.G., Anglo-Australian Observatory, P.O. Box 296,
Epping, N.S.W. 2121, Australië.
- Roelfsema, Drs. P.R., Groningen, 050-634080.
Butjesstraat 3, 9712 EW Groningen, 050-124997.
- Rots, Dr. A.H., VLA.
- Ruiter, Dr. H.R. de, Via del Borgo 27, Bologna, Italië.
- Sancisi, Prof. Dr. R., Groningen, 050-634057.
Acacialaan 57, 9741 KW Groningen, 050-779971.
- Sanders, Dr. R.H., Groningen, 050-634065.
Joh. Mulderstraat 15, 9714 CV Groningen, 050-
732201.
- Sargent, Dr. W.L.W., Astronomy Department 105-24, California
Institute of Technology, 1201 E. California
Blvd., Pasadena, California 91125, USA.
- Schechter, Dr. P., Mt. Wilson/Las Campanas Obs. 813 Santa Barbara
St., Pasadena, CA 91101, USA.
- Schilizzi, Dr. R.T., Dwingeloo.
De Kievit 66, 7905 CH Hoogeveen, 05280-69996.
- Schöller, A.H., Dwingeloo.
Valderseweg 1, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1860.
- Schooneveld, Prof. Ir. C. van, Leiden, tst. 5883.
Woelwijklaan 9, 2252 AM Voorschoten, 01717-6457.
- Schwarz, Dr. U.J., Groningen, 050-634062.
Kamperfoelie 4, 9301 PP Roden, 05908-18720.
- Schowering, Drs. P.B.W., Leiden, tst. 5874.
Veursestraatweg 162, 2265 CH Leidschendam, 070-
275026.
- Sellwood, Dr. J.A., Department of Astronomy, University of
Manchester, Manchester M13 9PL, Engeland.
- Shane, Prof. Dr. W.W., Nijmegen, tst. 2077.
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., Groningen, 050-634098.
Zonnelaan 321, 9742 BH Groningen, 050-713479.
- Sijbring, Drs. L.G., Groningen, 050-634080.
Nieuweweg Achterom 38-10a, 9711 TG Groningen.
- Skillman, Dr. E.D., Dwingeloo.
De Maten 16, 7991 BB Dwingeloo, 05219-2822.
- Slottje, Dr. Ir. C., Dwingeloo.
Het Hoge Holt 7, 7909 BE Hoogeveen, 05280-62098.
- Sir Francis Graham Smith, Jodrell Bank.

Smith, Dr. M.G., Hawaii.

Someren 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.

Sparke, Dr. L.S., Groningen, 050-634056.
Wassenberghstraat 7, 9718 LD Groningen, 050-
137875.

Spoelstra, Dr. T.A.Th., Dwingeloo.
Bieleveldlaan 5, 7906 HR Hoogeveen, 05280-71352.

Stadt, Dr.Ir. H. van de, Utrecht en/of SRON Groningen.
Fred. Hendrikstraat 114, 3583 VR Utrecht, 030-
520470.

Stirpe, Mw.Drs. G.M., Leiden, tst. 5849.
Jan v. Goyenkade 10, 2311 AZ Leiden, 071-132201.

Strom, Dr. R.G., Dwingeloo.
Eursingerweg 26, 9411 BB Beilen, 05930-2327.

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.

Sijtsma, S., Westerbork.
Groenkampen 40, 9431 GX Westerbork, 05933-31643.

Taylor, Dr. A.R., Jodrell Bank.

Teer, Dr. Ir. K., Natuurkundig Lab. der NV Philips, Prof.
Holstlaan, Gebouw WB5, 5656 AA Eindhoven, 040-
742609.
Vesaliuslaan 50, 5644 HL Eindhoven, 040-114932.

Tenkink, J., Westerbork.
Broeklaan 22, 7991 BX Dwingeloo, 05219-2834.

Terlouw, J.P., Groningen, 050-634068.
Lindelaan 9, 9771 AL Sauwerd, 05909-1702.

Teuben, Dr. P.J., The Institute for Advanced Study, Princeton, NJ
08540, USA.

Tilanus, Drs. R.P.J., University of Illinois, Dept. of Astronomy,
349 Astronomy Bldg., 1011 W. Springfield Ave.,
Urbana IL 61801, USA.

Tinbergen, Dr. J., Roden, 050-634088.
Oosterzoom 11, 9321 EG Peize, tel. 05908-33898.

Tritton, Dr. K.P., La Palma, (tot zomer '87) daarna RGO.

Troland, Dr. T., Department of Astronomy, University of Illinois,
349 Astronomy Building, 1011 W. Springfield
Ave., Urbana, IL 61801, USA, tel. 09-1-217-
3333090, telex 9102452434.

Valentijn, Dr. E.A., Groningen, 050-634011.
Hoge der A 35a, 9712 AE Groningen, 050-122549.

Veen, Drs. W.E.C.J. van der, Leiden, tst. 5839.
Koekoekstraat 32, 2352 CV Leiderdorp, 071-
897583.

- Velusamy, Dr. T., Raman Research Institute, Bangalore 560034,
India.
- Viallefond, Dr. F.M.M., VLA.
- Vries, Drs. J.W.C. de, Klikspaanweg 10, 2324 LW Leiden, 071-
760530.
- Vries, N.B.B. de, Dwingeloo.
De Spits 34, 7908 DH Hoogeveen, 05280-72338.
- Waard, Dr. G.J. de, Fokker B.V., Space Div., TR-MC, 1117 ZJ
Schiphol, 020-5442631.
Prinses Mariannelaan 197, 2275 BE Voorburg.
- Wakker, Drs. B.P., Groningen 050-634063.
Kremersheerd 141, 9737 PM Groningen, 050-421634.
- Wall, Dr. J.V., La Palma.
- Walterbos, Dr. R., The Institute for Advanced Studies, Princeton
NJ 08540, USA.
- Warmels, Dr. R.H., ESO.
- Watt, Dr. G.D., Hawaii.
- Webster, Dr. A., Hawaii.
- Weerstra, K. Leiden.
Muiderkring 219, 2332 BP Leiden, 071-762495.
- Weiler, Dr. K.W., Naval Research Laboratory, 4555 Overlook Av.,
Washington, DC 20375, USA, tel. 09-1-202-
5456700.
- Weinreb, Dr. S., NRAO, Charlottesville.
- 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, Gojensbergsweg 112, 2050
Hamburg 80, BRD, 09-49-40-72522493.
- Weijma, Dr. H., Z.W.O., 070-496674.
- Werf, Drs. P.P. van der, Groningen, 050-634081.
Nieuwe Kijk in 't Jatstraat 127, 9712 SG
Groningen.
- Wesselius, Dr. P.R., SRON Groningen.
Peizerweg 31, 9726 JB Groningen, 050-120917.
- Wevers, Dr. B.M.H.R., Groningen, 050-634098.
Bekemaheerd 93, 9737 PS Groningen, 050-417916.
- Wielebinski, Prof. Dr. R., Bonn.
- Willis, Dr. A.G., 7911-152B Avenue, Edmonton, Alberta T5C 3H1,
Canada.
- Wilson, Dr. A.S., University of Maryland, Astronomy Program Space
Science Building, College Park, Maryland 20742,
USA.
- Windhorst, Dr. R.A., Mt. Wilson & Las Campanas Observatory, 813
Santa Barbara street, Pasadena, CA 91101, USA,
tel. 09-1-818-5771122.
- Winnberg, Dr. A., Onsala Space Observatory, S-43900 Onsala,
Sweden, tel. 09-46-300-60651, 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.
De Plevier 18, 7905 CL Hoogeveen, 05280-69796.

Wolfers, A., Westerbork.
Hoofdweg 53, 8424 PK Elsloo, 05612-508.

Woltjer, Prof. L., ESO.

Wouterloot, Dr. J.G.A., Bonn.
U.Haberlandstrasse 14, D 5300 Bonn-1, tel. 09-
49-228-624670.

Zieba, Dr. S., Obserwatorium Astronomiczne, Uniwersytetu
Jagellonskiego, Ul. Orla 171, 30244 Krakow,
Polen.

Zijlstra, Drs. A.A., VLA.

Zwaan, Prof.Dr. C., Utrecht.
Van Galenlaan 38a, 3941 VD Doorn, 03430-14977.

and the relationship between clothing and the environment. This paper will also discuss the practical application of this research.

The first section of this paper will introduce the concept of clothing comfort and the factors that influence it. The second section will describe the methodology used in this research, and the third section will present the results of the study.

2. THE CONCEPT OF CLOTHING COMFORT

The concept of clothing comfort is often used in the field of ergonomics, particularly in the design of clothing systems for work environments.

There are many different ways to define clothing comfort, but one common definition is:

"The state of being comfortable or uncomfortable when wearing a garment."

This definition can be broken down into two main components: physical comfort and psychological comfort.

Physical comfort refers to the physical sensations experienced by the wearer, such as temperature, pressure, and moisture levels.

Psychological comfort refers to the mental state of the wearer, such as feelings of relaxation, satisfaction, and enjoyment.

These two components are often interrelated, and can both contribute to overall clothing comfort.

It is important to note that clothing comfort is a subjective experience, and what is comfortable for one person may not be comfortable for another.

Therefore, it is essential to consider individual differences when assessing clothing comfort.

In addition, clothing comfort is influenced by a variety of factors, including the type of garment, the material used, and the way it is worn.

For example, a well-fitted garment that provides good support and ventilation may be more comfortable than a loose-fitting garment that does not fit well or provide adequate ventilation.

Similarly, a garment made from a cool, breathable material like cotton may be more comfortable than a garment made from a hot, sweaty material like polyester.

Overall, clothing comfort is a complex and multifaceted concept that is influenced by a variety of factors.

By understanding the factors that influence clothing comfort, we can develop more effective clothing systems that meet the needs of different individuals and work environments.

In the next section, we will discuss the methodology used in this research to assess clothing comfort.

We will also describe the results of the study and their practical applications.

Finally, we will conclude with some recommendations for future research in this area.

Overall, this research aims to provide a practical approach to the assessment of clothing comfort, which can be applied to a variety of work environments and garment designs.

By understanding the factors that influence clothing comfort, we can develop more effective clothing systems that meet the needs of different individuals and work environments.