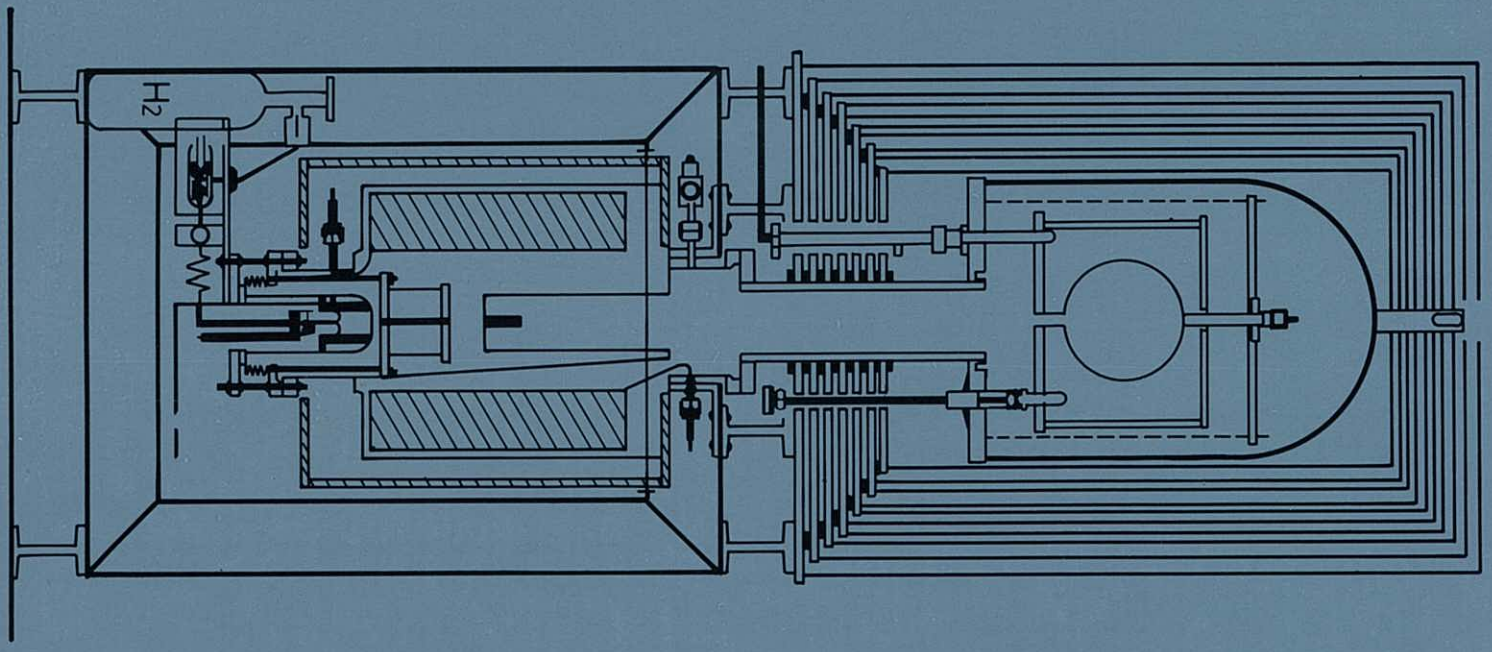
1420.405751768460 MHz



jaarverslag
annual report **1984** stichting radiostraling van zon en melkweg
netherlands foundation for radio astronomy

Bij de omslag.

Het gebruik van een waterstofmaser als frequentie standaard geeft de SRT de mogelijkheid deel te nemen aan VLBI waarnemingen van zeer zwakke radiobronnen bij 6 cm golflengte waarvoor integratietijden van 30 minuten of langer noodzakelijk zijn. De omslagplaat toont de doorsnee van het "physics package" van de maser. Hierin wordt de 21 cm spectraallijn van waterstof opgewekt. Hiertoe worden in het onderste gedeelte de waterstofmoleculen in een dissociator ontleed. Uit de aldus ontstane atomen, wordt het deel dat aanleiding kan geven tot de gewenste energie-overgang naar de trillingsholte (boven, op de plaat) geleid. In deze trillingsholte, die omgeven is door zeer effectieve magnetische en thermische schermen, wordt onder zeer lage druk het hoogfrequent signaal opgewekt. Dit wordt dan versterkt en getransformeerd naar een standaardfrequentie van 10 MHz waarmee de locale oscillatoren van de SRT op hun beurt worden gestuurd. De in de periode november-december 1984 bepaalde maser frequentie is 1420.40575168460 MHz.

Cover.

The use of a hydrogen maser as frequency standard gives the SRT the possibility to participate in VLBI observations of very weak radio sources at 6 cm wavelength. These sources require integration times of 30 minutes or more. The picture on the cover shows a cross-section through the physics package of the maser where the 21 cm spectral line is generated. For this purpose, the hydrogen molecules are first dissociated in the bottom part, yielding hydrogen atoms. These atoms are then selected: those with the right state are allowed to proceed to the tuned cavity at the top. When falling back to their lower state these atoms emit the 21 cm line. The top part shows the cavity surrounded by a number of thermal and magnetic screens.

The 21 cm signals are amplified and ultimately converted to 10 MHz to serve as reference frequency for the SRT local oscillators. The maser frequency measured in the period November-December 1984 is 1420.40575168460 MHz.

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

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	2
1.	REPORT OF THE BOARD	7
2.	DEPARTMENTAL REPORTS	15
2.1.	Westerbork Telescope Group	15
2.2.	Dwingeloo Telescope Group	39
2.3.	Computer Group	42
2.4.	Laboratory and Central Technical Services	52
2.5.	Astronomy Group	71
2.6.	Administration of the Foundation/General Affairs	76
3.	ASTRONOMICAL REPORTS	81
3.1.	Astronomical Research of Foundation staff	81
3.2.	Radio astronomical Research at Anton Pannekoek Institute, Amsterdam	92
3.3.	Radio astronomical Research at "Kapteyn Laboratory" Groningen	93
3.4.	Radio astronomical Research at Leiden Observatory	136
3.5.	Radio astronomical Research at Nijmegen University	166
3.6.	Radio astronomical Research at Utrecht Observatory	172
3.7.	Report of the Program Committee	175
4.	ENGLISH SUMMARY	177
4.1.	Report of the Board	177
4.2.	Departmental Reports	178
4.3.	Astronomical Reports	185
4.4.	Appendices	210

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
	Inhoudsopgave	3
1.	BESTUURSVERSLAG	7
2.	AFDELINGSVERSLAGEN	15
2.1.	Telescoopgroep Westerbork	15
2.2.	Telescoopgroep Dwingeloo	39
2.3.	Computergroep	42
2.4.	Laboratorium en Centrale Technische Dienst	52
2.5.	Astronomengroep	71
2.6.	Algemene Zaken / Het Bureau	76
3.	ASTRONOMISCHE VERSLAGEN	81
3.1.	Astronomisch onderzoek van Stichtings-stafleden	81
3.2.	Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek te Amsterdam.	92
3.3.	Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen	93
3.4.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden	136
3.5.	Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen	166
3.6.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht	172
3.7.	Verslag van de Programma Commissie	175
4.	ENGLISH SUMMARY	177
4.1.	Report of the Board	177
4.2.	Departmental Reports	178
4.3.	Astronomical Reports	185
4.4.	Appendices	210

		Page
Appendix A.	ORGANISATION	211
A.1.	Board	211
A.2.	Management	211
A.3.	Committees	212
A.4.	Works Council	213
A.5.	Public Relations	213
A.6.	General parts committee	213
A.7.	Measuring instruments committee	213
A.8.	(Inter)national committees	213
Appendix B.	PERSONNEL	216
B.1.	Bureau of the Foundation	216
B.2.	Telescope Group	216
B.3.	Central Technical Services	217
B.4.	Laboratory	218
B.5.	Computer Group	218
B.6.	Astronomy Group	219
B.7.	Work-students	219
Appendix C.	FINANCES 1984/1985	220
Appendix D.	OBSERVING FACILITIES	221
D.1.	Observing facilities at Westerbork	221
D.2.	Observing facilities at Dwingeloo	225
Appendix E.	PUBLICATIONS AND REPORTS	227
E.1.	Research papers	227
E.2.	Review papers and conference contributions	235
E.3.	Popular papers	239
E.4.	Internal Technical Reports	240
E.5.	Notes	241
E.6.	Colloquia in Dwingeloo	244
E.7.	Colloquia given by Foundation staff	246
E.8.	Conference attendance of Foundation staff	247
Appendix F.	ABBREVIATIONS	249
Appendix G.	ADDRESSES	251

		Blz.
Appendix A.	ORGANISATIE	211
A.1.	Bestuur	211
A.2.	Direktie	211
A.3.	Commissies	212
A.4.	Ondernemingsraad	213
A.5.	Algemene kontakten	213
A.6.	Magazijncommissie	213
A.7.	Meetinstrumentencommissie	213
A.8.	(Inter)nationale commissies	213
Appendix B.	PERSONEEL	216
B.1.	Bureau van de Stichting	216
B.2.	Telescoopgroep	216
B.3.	Centrale Technische Dienst	217
B.4.	Laboratoriumgroep	218
B.5.	Computergroep	218
B.6.	Astronomen	219
B.7.	Werkstudenten	219
Appendix C.	FINANCIEN 1984/1985	220
Appendix D.	WAARNEEMFACILITEITEN	221
D.1.	Waarneemfaciliteiten Westerbork	221
D.2.	Waarneemfaciliteiten Dwingeloo	225
Appendix E.	PUBLIKATIES EN RAPPORTEN	227
E.1.	Onderzoek artikelen	227
E.2.	Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen	235
E.3.	Populaire artikelen	239
E.4.	Internal Technical Reports	240
E.5.	Notes	241
E.6.	Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1984	244
E.7.	Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting	246
E.8.	Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen	247
Appendix F.	AFKORTINGEN	249
Appendix G.	ADRESLIJST	251

1. BESTUURSVERSLAG.

Dit inleidende hoofdstuk van het jaarverslag van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg schetst de taak van de Stichting en de hoofdlijnen van haar werk in 1984. Het zevende lustrum van de Stichting is aanleiding, haar taak in historisch perspectief te plaatsen.

1.1. Inleiding: Geschiedenis en taak van de Stichting.

De voorgeschiedenis van de Stichting Radiostraling ligt in de Tweede Wereldoorlog. Tijdens een colloquium van de Nederlandse Astronomen Club op 15 april 1944 besprak H.C. van de Hulst Reber's metingen van "radiogolven uit het wereldruim", een kennelijk van de Melkweg afkomstige straling bij golflengten van ongeveer 2 meter. In deze voordracht toonde hij tevens aan dat waterstofatomen in de ruimte tussen de sterren radiostraling met een golflengte van 21 cm kunnen emitteren of absorberen. Het was duidelijk dat met name de meting van deze lijnstraling van zeer groot belang kon worden voor de studie van het Melkwegstelsel. Doordat het licht van sterren sterk wordt verzwakt door wolken van gas en stof in de interstellaire ruimte, kunnen zelfs de machtigste fotografische telescopen niet meer dan een fractie van het Melkwegstelsel overzien. Maar radiostraling gaat ongehinderd door de interstellaire stofwolken heen; en meting van de bewegingen van waterstofatomen door vaststelling van kleine golflengte veranderingen in de 21 cm lijn (Doppler-effect) zou het mogelijk maken, de waterstofwolken in kaart te brengen, omdat in een roterend Melkwegstelsel de bewegingen van de gaswolken direct samenhangen met hun plaats. Professor Oort nam het initiatief om de nieuw-ontsloten methode toe te passen voor onderzoek van de Melkweg.

In 1949 werd de Stichting Radiostraling opgericht, met als doel "het bevorderen en doen uitvoeren van onderzoekingen van de kortegolfstraling, die van buiten de Aarde komt". Haar taken omvatten: ontwerp, bouw, bedrijf en beheer van radiotelescopen en -ontvangers; uitvoering en bewerking van radioastronomische waarnemingen. Ze vervult deze taken ten behoeve van het onderzoek door astronomen van de sterrenkundige instituten aan de Nederlandse universiteiten; de wetenschappelijke programma's van de Stichting gaan uit van die instituten.

Van 1951 tot 1955 bracht de Stichting, met behulp van een oude radar-spiegel van 7,5 meter middellijn, het waterstofgas in ons Melkwegstelsel in kaart - haar eerste grote internationale primeur. In 1955 verhuisde ze naar de Radiosterrenwacht Dwingeloo, een installatie ten bedrage van destijds ongeveer 1 miljoen gulden en met een tiental personeelsleden. Met de nieuwe 25 meter-spiegel - korte tijd de grootste radiotelescoop in zijn soort ter wereld - werden vele onverwachte verschijnselen in het Melkwegstelsel ontdekt, maar ook de verdeling en rotatie van waterstofgas in

stelsels buiten de Melkweg (bijv. de Andromeda-nevel) gemeten. Sinds 1970 is de Synthese Radio Telescoop te Westerbork (WSRT) - een investering van aanvankelijk ongeveer 20 Mfl, inmiddels uitgegroeid tot ongeveer het drievoudige - het hoofdinstrument, en heeft de Stichting ongeveer 100 employees. De WSRT heeft nieuw inzicht gebracht op vele terreinen van de sterrenkunde, met name in het onderzoek van sterrenstelsels. Gezamenlijke waarnemingen in het kader van een Europees en van een intercontinentaal netwerk van radiosterrenwachten (VLBI) hebben het vermogen van de WSRT nog vergroot.

Tegenwoordig strekt de dienstverlening van de Stichting zich ook uit tot enkele golflengtegebieden buiten de radioastronomie, in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking binnen de sterrenkunde.

1.2. Nieuwe ontwikkelingen te Westerbork.

Sedert eind 1983 beschikt Westerbork over ontvangers voor vier golflengten: 6, 21, 49 en nu ook 92 cm. De eerste waarnemingen op de nieuwe golflengte vonden plaats in de winter 1983/84; de onderwerpen variëerden van een survey, gericht op het vinden van kortperiodieke pulsars, tot de structuur van radiostelsels en een poging, de 21 cm-straling van zeer ver verwijderde superclusters (met een roodverschuiving van 92/21-1 =3.34) te ontdekken. Ten gevolge van zijn grote afmetingen bevat elk beeldveld bij deze golflengte veel storende bronnen; de calibratie van waarnemingen is daardoor extra bewerkelijk. Deze en andere oorzaken leidden tot aanzienlijke vertraging in de reductie van de metingen. Uit de eerste resultaten blijkt echter dat de kwaliteit van de gedane waarnemingen uitstekend is: na correctie voor storende bronnen wordt het verwachte lage ruisniveau gehaald. Anders gezegd: ook bij deze golflengte wordt een hoog "dynamisch bereik" (dat is: contrastgevoeligheid) verkregen; een factor 2000 werd bereikt. Gespannen zien we uit naar de eerste astronomische resultaten - temeer, daar deze golflengte bij de VLA nog niet beschikbaar is.

Een tweede nieuwe faciliteit is het digitaal continuum-backend (DCB). Tengevolge van een sterk vergrote bandbreedte (80 i.p.v. 10 MHz) maakt dit een veel hogere gevoeligheid mogelijk bij golflengten van 6 en 21 cm. Bij 6 cm was het DCB in 1983 getest; dit jaar 3 werd het voor het eerst op grote schaal voor waarnemingen gebruikt. Een verbouwing van de 21 cm-frontends maakte het DCB nu ook op deze golflengte toegankelijk.

Een groot deel van het jaar werd besteed aan metingen van de 21 cm-lijn met het digitaal lijn-backend (DLB), dat nu al 7 jaar in bedrijf is. De mogelijkheden tot dit onderzoek van waterstofgas zullen sterk worden verruimd door de ingebruikname van een nieuw backend (het DXB). Dit backend, dat najaar 1984 werd geïnstalleerd, uitvoerig getest, en maart/april 1985 in bedrijf gesteld, verhoogt niet alleen de meetsnelheid en spectrale resolutie in de

21 cm-lijn, maar is ook van groot belang voor continuum-studies bij diverse golflengten: daar maakt het vergroting van het dynamisch bereik mogelijk door meting van de "redundante basislijnen" (correlaties tussen de vaste telescopen).

De besturingssoftware van de WSRT werd grondig vernieuwd. Het aandrijfsysteem van de telescopen - dat al meer dan 15 jaar oud is - zal spoedig worden vervangen: een nieuw systeem werd ontworpen in samenwerking met de Nederlandse industrie, en een bestelling geplaatst.

Deze vele nieuwe ontwikkelingen in Westerbork zullen vruchten afwerpen in het onderzoek, waarover volgende jaarverslagen zullen berichten. Het wetenschappelijk nieuws van dit jaar komt ter sprake in paragraaf 1.7.

1.3. Very-Long-Baseline Interferometry (VLBI).

Sinds 1978 werkt de Stichting met een toenemend aantal buitenlandse sterrenwachten samen in een programma van interferometrie op zeer lange basislijnen. Zulke waarnemingen leveren een veel grotere beeldscherpte op dan door WSRT of VLA kan worden bereikt. Het Europese VLBI-netwerk, met als voornaamste deelnemers Westerbork, Effelsberg (Duitsland), Jodrell Bank (Engeland), Onsala (Zweden) en Bologna (Italië), bereikt een scheidend vermogen van 0.01 boogseconde op 6 cm golflengte, tegen 4" met de WSRT. Bij intercontinentale waarnemingen is de beeldscherpte nog een factor 5 à 10 beter. Het Europese netwerk wordt bovendien gekenmerkt door een zeer hoge gevoeligheid, vanwege de grote afmetingen der daarin deelnemende instrumenten.

De gevoeligheid van het netwerk neemt toe bij gebruik van lange integratietijden. Met het oog daarop is een nauwkeurige frequentiestandaard van groot belang. De Stichting stelde dit jaar een waterstofmaser in bedrijf, die een relatieve nauwkeurigheid van 10^{-14} kan leveren (zie de omslagplaat). Pikant detail: deze maser maakt gebruik van dezelfde 21 cm-lijn die al sinds 1944 een hoofdrol speelt in de radiosterrenkunde.

Een verdere gevoeligheidsverbetering zal worden bereikt door vergroting van de bandbreedte. De daartoe aangeschafte Mark III-terminal zal een bandbreedte van 56 MHz (voorheen 2, nu 10 MHz) toelaten; de daarvoor benodigde ontvanger-aanpassing is in volle gang en komt spoedig gereed.

De correlatie van metingen in het Europese netwerk (EVN) vindt plaats aan een computer van het Max Planck Institut (MPI) in Bonn. De groei van het netwerk en de toenemende complexiteit van de waarnemingen zullen over een aantal jaren een veel machtiger processor nodig maken. Stafleden van de Stichting maakten een voorontwerp voor zulk een processor, die tesamen met het MPI en de andere EVN-deelnemers zal worden ontwikkeld.

1.4. De Brits-Nederlandse samenwerking.

De in 1981 door ZWO en SERC (Science and Engineering Research Council) gesloten overeenkomst tot samenwerking in de sterrenkunde draagt vrucht. In juni 1984 begonnen de waarnemingen met de Isaac Newton Telescope, een spiegeltelescoop van 2,5 m middellijn, op La Palma. Twee Groningse radioastronomen, Dr. U.J. Schwarz en ondergetekende, waren - tesamen met Drs. R.S. le Poole uit Leiden, die enkele maanden op La Palma gestationeerd was - de eerste gebruikers. De meeste in 1984 door Nederlanders met deze optische telescoop uitgevoerde programma's sloten nauw aan bij radiosterrenkundig onderzoek. De waarnemingen blijken van uitstekende kwaliteit.

De 1 meter telescoop op La Palma, vernoemd naar J.C. Kapteyn, komt in 1985 in bedrijf. De 4,2 meter William Herschel Telescoop - straks in grootte nummer drie ter wereld - is in de fabriek gereed, en gaat in de zomer van 1985 naar La Palma.

Stafleden van de Stichting Radiostraling zijn betrokken bij diverse ontwikkelingsprojecten ten behoeve van La Palma. Enkele employees zijn naar La Palma uitgezonden en doen daar uitstekend werk.

De bouw van de 15 meter telescoop voor (sub)millimeter golflengten werd gegund aan de firma Genius in IJmuiden. De bouw vordert snel; de telescoop zal medio 1985 naar Mauna Kea (Hawaii) worden verscheept.

Ook op Hawaii zullen enkele employees van de Stichting worden gevestigd. In de ontwikkeling van ontvangers voor de millimetertelescoop heeft de Stichting een groot aandeel. De, mede in Dwingeloo, gebouwde ontvanger voor UKIRT, de Britse infrarood-telescoop op Mauna Kea, zal na enige aanpassing ook als eerste ontvanger aan de millimeter-telescoop fungeren.

1.5. De afdelingen in Dwingeloo.

Op de, in 1985 dertig jaar oude, Radiosterrenwacht Dwingeloo zijn het hoofdkwartier en de meeste afdelingen van de Stichting Radiostraling gevestigd. Daar gebeurt vrijwel al het denk-, ontwikkelings- en constructiewerk waarvan de resultaten hierboven al voor een deel ter sprake kwamen.

Laboratoriumgroep en Centrale Technische Dienst voltooiden het nieuwe backend (DXB) voor Westerbork en verbouwden de 21 cm-frontends. Andere hoofdtaken lagen in de aanpassing van het VLBI-backend en in de ontwikkeling van een infrarood-ontvanger, van millimeter-ontvangers en van apparatuur voor La Palma. Een breed spectrum van activiteiten!

De Computergroep stond dit jaar voor een bijzonder zware taak. De installatie van een VAX 11/750, ter vervanging van de PDP11/70 computer, en de daarmee samenhangende aanpassingen in allerlei software, vroegen veel aandacht. Ook de ingebruikname van de nieuwe 92 cm-ontvangers in Westerbork en van het DCB backend

brachten software-problemen mee. Van de 8 stafleden van de computergroep waren er 4 grotendeels in ander verband werkzaam: Brouw fungeert als voorzitter van de Directie (1982-1985), Raimond was sterk betrokken bij de verwerking van IRAS-waarnemingen (tot najaar 1984), Noordam is in Engeland gestationeerd (tot voorjaar 1985) ten behoeve van een instrument voor La Palma, en Harten nam in april ontslag en kon pas in november worden opgevolgd (door Olnon). In 1985 is de mankracht-situatie duidelijk gunstiger. En ondanks de zware druk kwam in 1984 veel tot stand: nieuwe besturingssoftware voor Westerbork, een "gebruikersvriendelijk" pakket voor bewerking van metingen met redundante basislijnen in Westerbork, en een algemene astronomische reductiefaciliteit, DWARF.

De Astronomengroep, die uit 3 vaste en 3 tijdelijke medewerkers bestaat, heeft een belangrijke schakelfunctie tussen de universitaire astronomen en de Stichtingsstaf. Het onderzoek van deze groep is nauw geliëerd met dat van de Groningse en Leidse vakgroepen sterrenkunde. De 3 vaste stafleden begeleiden elk een of twee Leidse promovendi. Daarnaast bekleden ze sleutelfuncties in het astronomisch gebruik van de WSRT en het Europese VLBI-netwerk; van dit laatste is Schilizzi voorzitter van de Programma Commissie. De drie dit jaar aangestelde tijdelijke medewerkers richten zich op Westerbork, millimeterwerk en VLBI.

Het Bureau van de Stichting, dat uit slechts 8 personen bestaat, ondersteunt al deze activiteiten van personeel en staf, Directie en Bestuur slagvaardig en betrouwbaar. De huishoudelijke dienst schept een gastvrije sfeer voor Stichtingsmedewerkers en bezoekers. De heer en mevrouw Sieders, centrale figuren in deze groep, gingen met pensioen. Vele astronomen zijn hun dankbaar voor hun gastvrijheid!

1.6. Enkele bestuurlijke zaken.

Aan het vele, gevariëerde werk binnen de Stichting geven Directie en Bestuur dagelijkse respectievelijk algemene leiding. Een hoofdpunt was daarin het vinden van een evenwichtige verdeling van tijd, geld en aandacht over de verschillende werkterreinen: Westerbork, VLBI, La Palma, de millimeter-telescoop. Elk van de grote projecten heeft tekort aan mankracht; alle zijn ze van groot belang voor de toekomst van de Nederlandse sterrenkunde. Gelukkig wordt op alle terreinen goede voortgang geboekt.

De samenstelling van de Directie onderging in 1984 geen verandering. Dr. W.N. Brouw bleef voorzitter; Dr. E. Raimond werd tot vice-voorzitter benoemd en zal Brouw 1 september 1985 opvolgen.

De bestuursleden Van der Laan, Allen, Dymanus en De Raad werden voor een nieuwe termijn van 4 jaar benoemd. Prof.Dr. J. Volger overleed enkele dagen voor zijn aftreden als bestuurslid, eind 1984. Wij zijn hem veel dank verschuldigd voor zijn inbreng. Prof.Dr. H.C. van de Hulst, de ontdekker van de 21 cm lijn en

bestuurslid van onze Stichting sinds haar oprichting, ging met emeritaat als Leids hoogleraar. Hij blijft lid van het Algemeen Bestuur, maar werd in het Dagelijks Bestuur opgevolgd door Prof.Dr. W.B. Burton.

De zeventigste verjaardag van onze vroegere secretaris, Prof.Dr. A. Blaauw, was aanleiding tot een zeer geslaagd internationaal symposium over "Birth and Evolution of Massive Stars and Stellar Groups", dat eind september in Dwingeloo werd gehouden met ongeveer 80 deelnemers. Blaauw was sinds 1978 voorzitter van de ZWO-Stichting Astronomisch Onderzoek Nederland (ASTRON) en werkte in die functie nauw samen met de Stichting Radiostraling.

De Programma Commissie, onder de bekwame leiding van Dr. R. Sancisi, beoordeelde de waarneemvoorstellen voor de telescopen te Dwingeloo en Westerbork en stelde telescoopkalender en prioriteiten vast. Dr. J. Baldwin (Cambridge) werd als buitenlands lid van de PC opgevolgd door Dr. P.A. Shaver (ESO, München).

De deelnemers in het Europese VLBI-Netwerk vormden in 1984 een Consortium, dat zich met name richt op de toekomstige ontwikkeling van het Netwerk. In februari 1985 werd Dr. R.T. Schilizzi benoemd tot Project Manager van dit Consortium.

De Commissaris der Koningin in de Provincie Drenthe, Dr. Ir. A.P. Oele, bezocht Dwingeloo en Westerbork op 21 maart en gaf blijk van grote belangstelling.

De Stichtingen ASTRON en RZM werkten nauw samen bij de formulering van beleidsintenties voor de jaren 1985-1989. Met de Stichting Ruimte Onderzoek Nederland (SRON) werd gedrieën overlegd over adviezen aan ZWO en het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen aangaande Nederlandse deelname aan internationale ruimteonderzoek projecten.

Het Bestuur van de Stichting Radiostraling is dankbaar voor de goede verstandhouding en het constructieve overleg met Bestuur, Directie en Gebiedsraad van Z.W.O.

1.7. Wetenschappelijke hoogtepunten in 1984.

Het doel van de Stichting Radiostraling is uiteindelijk het bevorderen van astronomisch onderzoek. Ik besluit daarom met een greep uit de belangrijkste resultaten van werk dat door de Stichting mogelijk gemaakt werd. Waar niet anders wordt vermeld, zijn de waarnemingen afkomstig uit Westerbork.

Gathier promoveerde op een proefschrift over planetaire nevels, dat gedeeltelijk op optische fotometrie en gedeeltelijk op radiowaarnemingen berust. Zijn metingen van de afstanden van planetaire nevels zijn veel nauwkeuriger dan vroegere bepalingen; ze voeren tot absolute helderheden die niet overeenstemmen met de theorie van sterevolutie.

Een studie van Braun en Strom heeft voor het eerst nauwe correspondentie van supernovaresten met structuren in de neutrale

waterstof aangetoond. Dit resultaat is van groot belang voor de theorie van evolutie van supernovaresten.

Brinks promoveerde op een monumentale studie over het waterstofgas in de Andromedanevel (M31). Dit stelsel, 80 maal zo ver van ons als het Melkwegcentrum, werd nu te Westerbork gekarteerd in evenveel detail als de Melkweg in de vijftiger jaren te Kootwijk en Dwingeloo. Er waren ca. 25 x 12 waarneemuren mee gemoeid, ongeveer 3 procent van de tijd die de Kootwijk-surveys kostten, en ongeveer evenveel als de eerste grove studie van M31, met de Dwingeloo telescoop in 1957 door H.C. van de Hulst, Raimond en ondergetekende uitgevoerd.

Wevers promoveerde op een studie van 20 spiraalstelsels. Hij karteerde waterstofgas en radio-continuum met de WSRT, mat de lichtverdeling in ultraviolet, blauw en rood met de Palomar Schmidt-telescoop, en leidde de massaverdeling af uit de bewegingen van de waterstof.

In vele spiraalstelsels variëert de rotatiesnelheid niet of nauwelijks met de afstand tot het centrum. Dit is een aanwijzing, dat deze stelsels behalve de zichtbare "schijf"-component (die uit sterren en gas bestaat) een zware, onzichtbare halo bevatten van nog onbekende samenstelling. Zo vinden Van Albada, Bahcall, Begeman en Sancisi in het zeer precies gemeten stelsel NGC3198 een verhouding 4:1 voor de massa's van halo en schijf. Sanders kwam met een speculatieve alternatieve verklaring: een eenvoudige modificatie van Newton's gravitatiewet is in staat, de in Westerbork gemeten rotatiekrommen uitstekend weer te geven zonder aanname van een onzichtbare halo.

De Bruyn en J.M. van der Hulst deden een waarneming van een grote intergalactische gaswolk in het sterrenbeeld Leeuw, die vorig jaar met de 300 meter spiegel in Arecibo werd ontdekt. De ontdekkers beweerden dat deze wolk 10^{11} zonsmassa's aan materie bevat, maar geen sterren, en in de ruimte geïsoleerd is. Uit de veel gedetailleerdere Westerbork kaart blijkt echter dat de wolk tot een groep van stelsels behoort, en slechts 10^{9} zonsmassa's aan gas bevat; misschien zijn deze door getijdenwerking uit één van de stelsels getrokken?

Warmels karteerde het waterstofgas in 35 sterrenstelsels in de Virgo Cluster, de meest nabije grote groep van sterrenstelsels. Hij vindt dat in stelsels in de kern van de cluster het waterstofgas zich minder ver uitstrekt en een sterkere asymmetrie vertoont dan bij stelsels aan de periferie van de cluster. Waarschijnlijk hebben stelsels in de kern hun gas grotendeels verloren door wrijving met het hete, geïoniseerde gas in de ruimte tussen de stelsels, dat door röntgenwaarnemingen is aangetoond.

Bijleveld promoveerde op een studie van de radio-continuumstraling en röntgenstraling van groepen en clusters van sterrenstelsels.

Vele radiostelsels hebben een dubbele staart van relativistisch gas, volgens Westerbork-studies uit de jaren zeventig.

Valentijn vindt dat in NGC2329 ook de ruimte tussen de staarten met relativistisch gas gevuld is.

Barthel kreeg een doctoraat op een proefschrift over radiostructuur in quasars. Hij maakte gebruik van 4 complexe radiotelescopen: Westerbork, de VLA in de USA, MERLIN in Engeland, en de VLBI-netwerken. Zijn waarnemingen omspannen structuren met afmetingen van 10 lichtjaren in de kernen van de stelsels tot 10^5 lichtjaren in de buitendelen. Zijn studie richtte zich in het bijzonder op de morfologie van de jets, de straalstromen die kern en buitengebieden verbinden.

Rogier Windhorst promoveerde op een studie over ververwijderde radiostelsels, gebaseerd op zeer diepe Westerbork-surveys en optisch fotografisch materiaal. Deze studie was in het bijzonder gericht op de eigenschappen van radiostelsels in het verre verleden en op de evolutie van de radiostelsel-populatie over een tijdvak van 10^{10} jaar.

De eerste bundel astronomische resultaten van IRAS verscheen maart 1984 in een speciale uitgave van de Astrophysical Journal Letters. Het Hoofd van onze Computergroep, Dr. E. Raimond, die zulke belangrijke bijdragen aan de IRAS-software had geleverd, was co-auteur van vier artikelen in deze bundel.

Veel interessant werk blijft hier ongenoemd. Mag ik U daarvoor naar de rest van dit jaarverslag verwijzen?

Groningen, april 1985 Hugo van Woerden.

2. AFDELINGSVERSLAGEN.

2.1. Telescoopgroep Westerbork.

2.1.1. Algemeen.

Er is veel tijd besteed aan het uittesten van de nieuwe 92 cm frontends.

Met de total power detectie van het DCB waren er nog problemen. Hierdoor kon op de DCB metingen nog geen amplitude-correctie op grond van de berekende systeemtemperatuur toegepast worden.

In de loop van het jaar werden alle 14 telescopen van nieuwe frontend signaleringsbekabeling voorzien.

In de kelder is een waterstofmaserklok geïnstalleerd.

Op RT2 is een nieuw aandrijfsysteem gemonteerd alsmede een aandrukinrichting om de speling in de tandwielkast weg te werken.

2.1.2. Telescoopgebruik.

Gedurende nagenoeg het gehele eerste kwartaal van dit jaar zijn er waarnemingen op onze nieuwe golflengte van 92 cm gedaan. Veel tijd is besteed aan het uittesten van de nieuwe 92 cm frontends, ook de storingsmonitoring en calibratie werden grondig aangepakt. Regelmatig werden problemen en resultaten met het laboratorium, de reductiegroep en de astronomen doorgesproken. Een aantal aspecten is in de loop van de 92 cm periode duidelijk geworden:

a. De feedconstructie is voor verbetering vatbaar.
b. Polarisatie kan het beste met parallelle dipolen gemeten worden. De instrumentele polarisatie is dan minimaal en bovendien kan er gebruik gemaakt worden van de redundantie in basislijnen om de x- en y-fase en amplitude fouten te bepalen.
c. De ruisbroninkoppeling via baluns is niet optimaal en variëert te sterk om de ruisbronsignalen voor amplitude calibratie te gebruiken. De grote stabiliteit van de frontends stelde ons echter in staat om toch een amplitudecorrectie te bepalen uit de total power onder de aanname van constante gain.

Behalve de locale storingen, zoals: motorzagen, 2e harmonischen van portofoons en diverse storingen uit het dienstgebouw zijn de andere externe storingen erg meegevallen. De meest hinderlijke was de zgn. "sweep-storing", die soms, al of niet krakend, de waarneemband binnen kwam drijven. We hebben de indruk dat het een temperatuur afhankelijk parasitair genereren ergens in de omgeving is. Bij de temperaturen in januari -ruim boven het vriespunt- hebben we er de meeste hinder van gehad. In de vorstperiode in februari bleef de storing buiten de band en hebben we niets kunnen doen aan ons voornemen om de richting ervan te bepalen.

Verder kwam van tijd tot tijd -waarschijnlijk bij goede propagatie condities- een smalbandige storing voor op 327,625 MHz. Later zijn de meeste waarnemingen exact 4 frequentiepunten (=0,625 MHz) lager uitgevoerd. Soms was de storing nog aan de rand van de band te zien. De lage kant van de band was over het algemeen schoon. Ongeveer eens in de twee weken hadden we sterke storing over de gehele band gedurende zo'n 15 minuten. Een aantal pogingen om dit te identificeren leverde niets op. Soms waren er kort heel sterke storingen buiten de band, die we als verzadigingsdips in de gain konden zien.

De ombouw naar 6 cm verliep vlot. Toch waren er twee weken nodig om alle frontend problemen enigszins onder controle te krijgen. Met de overgang naar 6 cm werd ook het DCB weer in gebruik genomen.

Het correlator gedeelte van het DCB heeft goed gewerkt. Wat de total power detectie van het DCB betreft waren er nog problemen. Het voornaamste probleem was drift in de berekende systeemtemperatuur en de gain in circa 30% van de total power kanalen. In de ergste gevallen kon deze drift tot 40% oplopen. Deze drift die te vertalen is als een schijnbare variatie in de ruisbron amplitude werd ergens in het total power uitleescircuit veroorzaakt. In de praktijk betekende dit dat er op de DCB metingen nog geen amplitude correctie op grond van de berekende systeemtemperatuur kon worden toegepast.

Ook werd er nog een interne storing ontdekt op twee IF frequenties: ca. 16 MHz en ca. 100 MHz. Deze werden veroorzaakt door mengprodukten in de LO circuits. Na 25 april zijn de 8 DCB banden zo geplaatst, dat alleen kanaal 8 nog last, zij het minimaal, van deze storing had.

Met een geleende waterstofmaserklok voor de 6 cm VLBI stak een geniepig probleem de kop op. De eerste metingen bleken een zeer sterke, uurhoek afhankelijke amplitude-decorrelatie te geven, oplopend tot ca. 70% voor de basislijnen met RTC en RTD. In de fase was geen effect te zien. Oorzaak bleek het niet schoon zijn van het 5 MHz signaal van de maser naar de frequentiesynthesizer. Plaatsing van een filter heeft dit decorrelatie probleem tot een paar procent gereduceerd.

Vanaf april zijn diverse telescopen buiten bedrijf geweest voor kabel revisie en kwadranten slijpen. Op RT2 werden als proef nieuwe motoren met bijbehorende elektronica gemonteerd. Deze werkzaamheden strekten zich over het gehele jaar uit.

In mei werd met RTO simultaan met gewone DLB/DCB metingen VLBI op de zon gedaan, samen met Onsala.

Begin juni werd er naar het 21 cm systeem omgebouwd, waarna een week lang VLBI metingen volgden. De maanden juli en augustus werden, met het oog op de vakanties en in anticipatie op het buiten bedrijf geraken van de correlator wegens de installatie van het DXB in de herfst, zoveel mogelijk gebruikt om DLB metingen te produceren. Het meest storende probleem was het incidenteel optre-

den van correlatorfouten. Het karakter van deze fouten bemoeilijkte het opsporen hiervan enorm. Uiteindelijk is de on-line software zodanig aangepast dat slechte samples afgevlagd worden en er een melding hierover op de systeemterminal komt.

In september werd er een uitgebreide waarneemstop ingevoerd in verband met bekabelingsrevisies van de telescopen 9, A en B. Ook werd er met de installatie van het DXB begonnen, terwijl de DCB testen werden hervat.

Aangezien het DXB project langzamer vorderde dan voorzien was en aanvankelijk minder testtijd vroeg werd er gedurende de maand oktober met de rest van het waarneemsysteem toch nog een groot aantal metingen verricht.

De rest van het jaar werden er alleen nog gedurende de weekends waarnemingen gedaan om ruim gelegenheid te geven voor het uittesten van de DXB hard- en software. Een uitzondering hierop werd gemaakt voor de VLBI periodes in oktober en november.

2.1.3. Ontvangersysteem.

Nadat het 92 cm systeem in het vorige jaar zo goed mogelijk in bedrijf werd gesteld, onderzochten we verder in hoofdzaak de problemen rondom de transmissie- en ruisbroninstabiliteiten. Reeds voor Kerstmis 1983 was besloten om voorlopig zonder ruisbronstabilisatie waar te nemen. Deze aanvankelijk aan de frontend-elektronica verweten -dan weer voor merkwaardige externe storingen versleten- instabiliteiten bleken steeds meer met wind en regen te maken te hebben.

Rondom de feedconstructie, die in opzet wel goed geslaagd leek, waren wat de uitvoering betrof nog een aantal problemen op te lossen. Zo was ondermeer de koppeling van de plaat om de feedopening nog niet duidelijk. Dit probleem heeft ons sterk bezighouden. Proeven bevestigden dat vooral regen met wind langs de nogal losse koppelingsspleet tussen plaat en feedrand de transmissie (ca. 5%) en de ruisbroninkoppeling (ca. 50%) beïnvloedden.

Als korte-termijn-oplossing kon het geheel stabieler gemaakt worden door deze beide delen met metaalplakband aan elkaar te hechten. Bij frontendvervangingen werkt dit echter zeer belemmerend en is op de lange duur niet betrouwbaar genoeg. Het bleek echter wel voldoende om er deze waarneemperiode mee uit te zingen. De transmissie was redelijk, maar de ruisbroninkoppeling had nog variaties van 6 tot 7%, zodat de gehele waarneemperiode nog zonder ruisbronstabilisatie is gewerkt.

Vervolgens werden op RT2, RT3 en RT4 verschillende proeven gedaan met dikkere platen, rubberafdichtingen en manchetkoppelingen waaruit uiteindelijk duidelijk bleek dat een plaat met manchet de voorkeur verdient.

Door teveel beperkingen bij het realiseren van dit project is de algemene feedconstructie niet wat we gewend zijn en behoeft voor de tweede waarneemperiode nog een stevige nazorg op een

aantal punten, anders zullen we vroeger of later steeds bedacht moeten zijn op fnuikende instabiliteiten in de feedconstructie.

De combinatie van balun en ruisbroninkoppeling is wel eenvoudig en goedkoop maar lijkt minder geslaagd dan verwacht. Een proef met aparte directional couplers in één der frontends toonde duidelijk aan dat hiermee de ruisinkoppeling veel stabieler en ongevoeliger voor feedimpedantievariaties is.

Ten behoeve van het algemeen storingsonderzoek werd naast het onderhoudslaboratorium een strijkbare antennemast opgericht. Deze is voorzien van een roteerbare antenne zodat we meer informatie over de richting van externe storingen kunnen vergaren.

Bij 92 cm is het storingsniveau uit het dienstbouw duidelijk op de total power van RT5 en RT6 te zien. Het kan bij lage declinaties (<50°) tot 8 K oplopen. Bij hoge declinaties (>70°) is het effect vrijwel verdwenen.

Half maart is de Radio Controle Dienst van de PTT een paar dagen met meetapparatuur bij ons bezig geweest. Deze bevestigde onze ervaringen met deze storingen uit het dienstgebouw. Overigens zijn de niveau's in termen van een doorsnee electronisch laboratorium niet slecht, maar voor een radiosterrenwacht zal het veel inspanning vragen om lager te komen. Tijdens dit onderzoek ondervonden we duidelijk het nuttig effect van onze HF-dichte cabine wanneer de deur ervan open staat.

Ook is er aandacht besteed aan de zgn. "sweep storing", die de 92 cm waarnemingen het meest bedierf. Mede op grond van ervaringen van de Radio Controle Dienst lijkt het aannemelijk dat parasitair oscilleren van een antenneversterker in de buurt de oorzaak kan zijn. Ook met een mobiel onderzoek door de Radio Controle Dienst kon de boosdoener nog niet opgespoord worden.

Gedurende een stopweek in februari werden twee nieuwe 21 cm retrofit frontends in RT2 en RT3 geïnstalleerd en grondig op het DLB uitgetest. De verstembaarheid is goed opgeknapt en de breedbandigheid zag er goed uit. Ook is er nog een proef met twee frontends op het DCB gedaan. Bij verschillende LO-frequentiecombinaties is dezelfde waarneming op een calibrator herhaald en dat reproduceerde goed.

Nadat in Dwingeloo alle gekoelde frontends tijdig werden opgestart konden we half maart vlot van 92 cm naar 6 cm omschakelen. Gedurende de daarop volgende dagen was het zaak om alle frontends, vooral wat fasestabiliteit betrof, op het DLB in het gareel te krijgen. Behalve RTA en een paar vaste telescopen is dat redelijk gelukt.

Na eerst een paar weken VLBI (6 cm en in RTO: 18 cm) werd er verder de gehele maand april uitsluitend met het DCB waargenomen, deels om over 80 MHz bandbreedte waarnemingen te doen, deels om resterende instabiliteiten in de total power detectie, t.b.v. een goede amplitude correctie, in de hand te krijgen.
Ook voor een goede beoordeling van de werking van frontends is een betrouwbare total power detectie in het backend, zoals we dat van het DLB gewend zijn, van groot belang.

Tussen de bedrijven door werd nu het total power detectiesysteem van het DLB, na een aantal jaren bedrijf, aan de tand gevoeld. De overdracht van de dynamische ruisbronstap werd vorig jaar al eens vergeleken met een statische methode. Dit bleek voor alle beschikbare kanalen binnen enkele promillen aan elkaar gelijk te zijn.

Ook hebben we de lineariteit van alle DLB detector karakteristieken bekeken. Over een werkgebied van enkele dB's waren deze binnen 1% lineair. Verder werd de overdracht van de relatieve ruisstap bij de beschikbare detectors gemeten door een der frontend outputs uit te splitsen naar deze detectors. Ze waren binnen 1% aan elkaar gelijk. Dit kan eventueel door afregeling nog wat verbeterd worden. De stabiliteit werd regelmatig op IF ruisbronnen getest en was, behoudens twee gevallen, beter dan 1%.

Het 6 cm systeem had hier en daar wel eens fase problemen. Niet altijd, maar in iets toenemende mate bleken 21x vermenigvuldigers de oorzaak te zijn. Door tijdelijk uit niet operationele frontends te lenen konden een vijftal vermenigvuldigers vrijgemaakt worden voor een grondig onderzoek en reparatie in Dwingeloo.

Gedurende het gehele jaar werden alle 14 telescopen van een nieuwe frontend signaleringsbekabeling voorzien. Daartoe was een speciaal projectgroepje samengesteld die door efficiënt werken en inspelend op gaten in het waarneemprogramma dit karwei op bijzondere wijze klaarden. Omdat hiervoor tevens de coax bekabeling aangepast werd moest het fasegedrag van de 6 coax verbindingen per telescoop opnieuw bepaald worden om een goede LO kabel aan te kunnen wijzen.

Vorig jaar al hadden we in RT5 faseklachten, die na een aantal frontend- en LO kabelwisselingen enigszins opgelost leken. Bij de bekabelingsvervanging op deze telescoop bleek tijdens een inspectie van het gassysteem dat er een knik in een gasslang van een jumper zat, die vermoedelijk soms de gasstroom deed variëren en daarmee de LO-fase kan hebben beïnvloed.

Bij het aansluiten van een geleende waterstofmaserklok ten behoeve van de april-VLBI bleek de 5 MHz sturing voor de LO1 frequentie synthesizer niet zonder meer bruikbaar, en veroorzaakte flinke uurhoek afhankelijke decorrelatie. Door extra filtering kon het problem worden opgelost.

Inmiddels is in de kelder de door ons aangeschafte waterstofmaserklok van Oscilloquartz opgesteld. Zij kon met een geleende klok worden ingeregeld. De opstelling, die naar verwachting functioneert, verkeert nog in een experimenteel stadium.

Nadat in mei nog t.b.v. de VLBI voorzieningen waren getroffen, konden we begin juni van 6 cm naar 21 cm ombouwen. Hiertoe waren de geretrofiteerde en grondig geteste ongekoelde frontends al geruime tijd binnen. Daardoor verliep de omschakeling vlot en dat moest ook wel met het oog op de 21 cm VLBI van midden juni.

Het 21 cm systeem heeft nu een bandbreedte van 60 MHz. De frontends hebben over het algemeen goed gefunctioneerd. Wel con-

stateerden we bij de ongekoelde frontends enige ruisbroninstabiliteiten, die niet standsafhankelijk, maar temperatuursafhankelijk zijn. In Dwingeloo werd dit bij een frontend grondig bekeken en verbeterd. Inmiddels was het DLB echter buiten gebruik i.v.m. de inbouw van het DXB en was het DCB in dit opzicht nog niet stabiel genoeg om dat frontend in de telescoop goed te testen.

Omdat later in de 21 cm waarneemperiode voor het eerst met het DCB over de volle breedte (1365-1425 MHz) van de frontendband waargenomen zou worden werd uit de waarnemingen met het DLB een verschijningsstatistiek van de radarstoringen opgebouwd.

Hieruit bleek dat overdag vrijwel altijd radarstoringen in de band van 1388-1402 MHz aanwezig zijn, gedurende de nacht is dat 7 uur lang geheel afwezig. Voor waarnemingen met het DLB op deze frequenties geeft dit een mogelijkheid om aan het eind van een lange waarneemperiode een aantal eerder gedane 12-uurs waarnemingen te repareren.

Bij het DCB konden we hiermee rekening houden door geen band op de gestoorde frequenties te leggen.

In de 1400-1427 MHz beschermde band komt nu zelden meer radarstoring voor. Onderin de band (1365-1388 MHz) is er door een minder intensief radargebruik ca. 5% kans op storing voor het DLB.

De cryogene frontends op 21 cm hebben goed gedraaid. Nadat de ergste total power detectie instabiliteiten van het DCB grotendeels goed werden opgelost, vonden we bij 12-uurs waarnemingen over 50 MHz breedte dat de frontend doorlaatband enigszins frequentie-afhankelijk leek te variëren, afhankelijk van de stand van de telescoop. Dit is met gegevens van drie geselecteerde 12-uurs metingen met het laboratorium besproken.

De DCB correlator zelf geeft -in alle 8 banden- weinig of geen problemen. In het DCB-IF gedeelte kampen we nog met sluitingen in IF-lade's en het vaak uitvallen van de achtste frequentie synthesizer (band 8). Omdat de reservesynthesizer nog gebruikt werd voor het opwekken van een centrale stuurfrequentie in het DCB-systeem, is vaak zonder band 8 gemeten. Na vele pogingen is het niet gelukt om dit subtiele defect in de synthesizer te vinden. Proeven met de omgevingstemperatuur leverden ook niets op.

Verreweg het grootste probleem bij het DCB bleef nog de total power "post detection" ruis (resp. drift) van de 448 kanalen, zodat de ruisbron amplitude correctie -vooral essentiëel bij de cryogeen gekoelde frontend kanalen- niet kon worden gebruikt.

Hoewel de DCB correlator zelf dus goed werkt, bleek in de praktijk de amplitude correctie, afgeleid uit de DCB total power data, van onvoldoende kwaliteit om op de correlatordata toe te passen. De total power niveau's waren behept met veel te hoge ruis en drift, o.a. veroorzaakt door overspraak in de analoge hardware. De afgeleide amplitude correctie, d.w.z. de systeemtemperatuur, was hierdoor geen goede afspiegeling van de werkelijke systeemtemperatuur en als correctie onbruikbaar. Het opsporen van deze problemen was een tijdrovende zaak. Vooral omdat drifts in de total power en de daarvan afgeleide signalen langzaam zijn, moest

na iedere hardware modificatie circa 12 uur gemeten worden om verbeteringen te kunnen zien.

Een uiteindelijk voorlopige oplossing bleek om alle A/D-omzetter bakjes te voorzien van een tweetal ontkoppelcondensatoren op een strategische plaats. Hierdoor werden de drift en ruiskoppeling zo gereduceerd dat de gemeten total power aanvaardbaar werd. De ruisbron amplitude correctie is nu voorlopig als voldoende geaccepteerd. Om het onderste uit de kan te halen moet nog wel het één en ander gebeuren.

Vrijwel alle cryogene frontends hebben in augustus hun 6000-uur beurt gehad. Dit kon goed gecombineerd worden met de herbekabeling van de telescopen, waarbij het frontend toch uit de telescoop moest. Door het opschuiven van de waarneemprogramma's van half november tot eind december moesten later nog twee frontends een beurt hebben.

2.1.4. Mechanisch/electrisch systeem.

Na een bijna 10 jaar ononderbroken bedrijf van de 30 KVA no-break installatie bleek door het toenemen van de belasting in het dienstgebouw de belastingsgrens bereikt. Dit uitte zich door een ernstige vervorming van de sinus aan het einde van de kabels, waardoor soms storingen optraden in het computersysteem. Door omwisselen van de kabels is een meer gelijkmatige belasting in de kabels ontstaan, waardoor deze storingen nu niet meer optreden. De belasting van de no-break installatie blijft echter hoog. De investering voor zowel uitbreiding als vervanging door een grotere installatie blijkt zeer hoog. De eerste jaren zullen we ons kunnen redden door de oude 8 KVA no-break installatie, die sinds 1974 in opslag is, in het no-break gebouw bij te plaatsen. Dit zal waarschijnlijk volgend jaar gebeuren, nadat de oude installatie een grondige opknapbeurt heeft ondergaan. De draaistroommotor van de 30 KVA no-break installatie is begin dit jaar geheel gereviseerd en voorzien van een nieuwe tachogenerator.

Ter voorbereiding op de vernieuwing van het oude aandrijfsysteem op de telescopen werd een door een electromotorenfabriek uit Nijmegen aangeboden 8-polige synchrone reluctantiemotor uitvoerig in een testopstelling beproefd. Het bleek dat met frequentie-omvormers gebouwd rond het Philips IC HEF 4752 en uitgerust met Philips power transistors tezamen met deze motor een uitstekende aandrijving is samen te stellen. Er werd besloten om samen met een tweede motor een compleet aandrijfsysteem op RT2 te monteren. De firma Eekels uit Hoogezand was bereid om een aangepaste frequentieomvormer met digitale frequentie aansturing ter beschikking te stellen.

In eigen laboratorium werd een compleet aandrijfsysteem inclusief besturing en vergrendeling van de werkklampmotoren en beveiliging van diverse eindstanden van de telescoop vervaardigd. Ook werden de diverse veiligheidsvoorzieningen nogmaals op hun

fail-safe eigenschappen bekeken en getest. Vooral de veiligheidsrem, welke nu op een apart aseinde van de tandwielkast is gemonteerd en niet meer op de instelmotor zoals voorheen, kreeg ruime aandacht. Een defect aan de flexibele koppeling tussen motoras en tandwielkast kan daardoor nooit meer de oorzaak zijn dat een ongeremde telescoop door de wind wordt meegenomen. De opbouw van de schakeling werd bijna geheel uitgevoerd op een transportabel paneel. Dit om de montagetijd in het telescoophuisje zoveel mogelijk te bekorten.

Direct na Pinksteren werd de oorspronkelijke Heemaf installatie geheel verwijderd. De nieuwe aandrijfmotoren werden voorlopig gemonteerd op de kleine tandwielkasten waarvan de tandkoppeling werd uitgeschakeld, zodat deze tandwielkast buiten gebruik bleef. Begin juni was het nieuwe aandrijfsysteem geheel gemonteerd en afgeregeld, waarna RT2 weer aan de metingen deel kon nemen. Gedurende de eerste dagen van het proefbedrijf trad storing op doordat enige condensatoren op de power prints defect raakten. Deze werden door de fabrikant onmiddellijk vervangen. Nader onderzoek leerde dat deze prints tijdens het automatisch soldeerproces te heet waren geworden. Na vervanging van deze prints zijn deze storingen niet weer opgetreden. Door onvolkomenheden in het werkklampen aandrijfgedeelte van de telescoop schakelden de omvormers zich soms spontaan uit, nadat de netspanning even was onderbroken. Plaatsing van enige condensatoren op de stuurprint van de omvormers deed ook deze storing snel verdwijnen.

Een enigszins open vraag van het nieuwe aandrijfsysteem was hoe de motoren zich zouden gedragen bij extreem hoge buitenlucht temperaturen. Dit omdat tijdens het volgen van de telescopen de motoren zeer langzaam draaien en de ontwikkelde warmte via de koelribben van de motor door natuurlijke luchtcirculatie moet worden afgevoerd. Tijdens buitenlucht temperaturen van 28° C in augustus bleken de motoren toch niet warmer te worden dan omstreeks 50°C. Gebleken is dat de keuze van de motoren, iets zwaarder dan strikt noodzakelijk is, de juiste is geweest. Het gemeten opgenomen vermogen van het aandrijfsysteem van 320 W in vergelijking met de 1200 W van het oude aandrijfsysteem kwam gedurende de warme zomerdagen ook tot uiting in het koeler blijven van het controlehuisje naast RT2. Door de geringe warmte afgifte van de frequentie omvormers was de temperatuur in het thermisch goed geïsoleerde huisje slechts 1 graad hoger dan de buitenlucht temperatuur, terwijl 5 graden temperatuursverschil in de overige huisjes met de oude apparatuur gebruikelijk is. Doordat de frequentie omvormers zonder tijdsvertraging reageren op de aangeboden stuursignalen van de microprocessor, zonder dat hiervoor schakelen van zware motorrelais en mechanische koppelingen, zoals bij het oude systeem, nodig is kon de bandbreedte van de regeling smaller worden ingesteld dan voorheen. Zodoende werd gedurende de gehele meetperiode een maximale afwijking van 1 mgraad in de telescoopbesturing verwezenlijkt.

De in het vorig jaar aangekondigde inrichting om het middentandwiel naar het tandkwadrant te drukken, waardoor de zijtandwielen met een zekere voorspanning het tandkwadrant kunnen aandrijven en zodoende de gehele tandspeling in dit deel van de overbrenging geëlimineerd, is in de herfst op RT2 gemonteerd. Hiertoe werd een tweetal verlengde aandrijfassen met de lagerpotten voor de tweerijige tonlagers, welke de kracht op het middentandwiel overbrengen, aangebracht. De behuizing voor het hydraulische aandrukdeel voor deze lagerpotten bleek het goedkoopst te realiseren door deze te laten gieten van laminair gietijzer. Door het wat vergroten van de wanddikten van deze huizen kon van het veel duurdere nodulaire gietijzer worden afgezien. Tezamen met het nieuwe aandrijfsysteem zal een volledige beproeving van de pointing nauwkeurigheid op RT2 worden uitgevoerd. Mocht deze beproeving succesvol verlopen dan staat de weg open om deze systemen ook op de andere telescopen aan te brengen.

Zoals ook reeds bij een vijftal andere telescopen is gebeurd werd dit jaar het uurhoekkwadrant van telescopen 1, 4 en 7 behandeld. Door slijtage van de axiale geleidingsrollen en de zijkant van de tandheugel was het uurhoek aandrijfsysteem dermate in axiale richting weggezakt, dat de goede werking van de telescopen werd bedreigd. Door de zijkant van de tandheugel af te slijpen, totdat deze volkomen recht en glad is en daarna overmaatse geleidingsrollen te monteren, werd het aandrijfsysteem weer op normale hoogte gebracht. Om de slijtage van de overmaatse geleidingsrollen en de zijkant van de tandheugel te minimaliseren werd extra zorg aan het "sporen" van deze rollen besteed. Tevens werd op al de behandelde telescopen molybdeen disulfide grafiet smeerstiften aangebracht, waarmede een betere smering verkregen wordt dan het voorheen toegepaste smeervet.

2.1.5. Diversen.

Al in 1975 werd er een brandalarminstallatie in ons dienstgebouw aangebracht. Deze functioneerde goed, maar er werd proefondervindelijk vastgesteld dat de brandweer 25 minuten nodig had om met bluswerkzaamheden te kunnen aanvangen. Doordat sindsdien een groot aantal uitbreidingen zoals DLB, DCB, VLBI en DXB hebben plaatsgevonden, was de oude alarminstallatie niet toereikend. Er werd naar een ander alarmsysteem uitgekeken, welke ook in staat is om een beginnende brand doeltreffend te bestrijden. Begin dit jaar is daartoe een branddetectie- en blusinstallatie met behulp van Halon 1301-gas in console- en ontvangerruimte, inclusief de kelder, aangelegd.

Gedurende de zomermaanden werden in samenwerking met de VVV in Hooghalen rondleidingen georganiseerd. Deze rondleidingen waren in het hoogseizoen altijd volgeboekt. Voor scholen en groepen werd ook buiten de zomermaanden gelegenheid geboden om de Radiosterrenwacht te bezoeken.

Op zaterdag 1 september hielden we in het kader van de Nationale Sterrenkijkdag "open huis". Traditiegetrouw gebeurde dit in samenwerking met de Volkssterrenwacht Drenthe. Ongeveer 500 bezoekers maakten van deze gelegenheid gebruik om de Sterrenwacht te bezoeken. Jammer genoeg was er 's avonds bewolking zodat de opgestelde kijkers van de Volkssterrenwacht niet gebruikt konden worden.

Tabel IA. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1984.

Meetperioden

Datum		Basislijn	Ontvangertype
Begin	Eind		
1 jan.	- 5 jan.	72 m	92 DLB
5 jan.	- 13 jan.	90 m	92 DLB
13 jan.	- 24 jan.	54 m	92 DLB
24 jan.	- 7 feb.	36 m	92 DLB
7 feb.	- 6 mrt.	72 m	92 DLB
6 mrt.	- 7 mrt.	36 m	92 DLB
7 mrt.	- 13 mrt.	72 m	92 DLB
13 mrt.	- 29 mrt.	72 m	6 DLB/DCB
29 mrt.	- 3 apr.	72 m	6 DLB (VLBI "tied-array")
3 apr.	- 8 apr.	72 m	18 cm "single dish" VLBI met RTO
8 apr.	- 10 mei	72 m	6 DCB/DLB
10 mei	- 22 mei	36 m	6 DCB/DLB (14-21 mei RTO "single dish" VLBI-zon)
22 mei	- 4 jun.	72 m	6 DCB/DLB
4 jun.	- 13 jun.	72 m	21 DCB/DLB
13 jun.	- 19 jun.	72 m	21 DLB (VLBI "tied-array")
19 jun.	- 6 jul.	72 m	21 DCB/DLB
6 jul.	- 7 aug.	36 m	21 DLB
7 aug.	- 9 okt.	72 m	21 DLB/DCB
9 okt.	- 12 okt.	36 m	21 DCB
12 okt.	- 18 okt.	36 m	6 cm "single dish" VLBI met RTO
18 okt.	- 7 nov.	36 m	21 DCB
7 nov.	- 23 nov.	54 m	21 DCB
23 nov.	- 2 dec.	54 m	18 DLB (VLBI "tied-array" met RTO,A,B)
2 dec.	- 12 dec.	54 m	21 DCB/DLB
12 dec.	- 19 dec.	72 m	21 DCB
19 dec.	- 31 dec.	90 m	21 DCB/DLB

Tabel IB. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1984.

Waarneemstops

Datum		Omschrijving
Begin	Eind	
9 jan.	- 11 jan.	Onderhoud, systeemtesten, DLB defect
12 jan.	- 13 jan.	Ontwikkeling
13 jan.	- 15 jan.	Storm, netstoringen (no-break defect)
16 jan.	- 17 jan.	Storm
6 feb.	- 10 feb.	Onderhoud, systeemtesten, ontwikkeling
23 feb.	- 24 feb.	Testen DCB
28 feb.	- 29 feb.	Testen DCB
12 mrt.	- 22 mrt.	Omschakelen naar 6 cm, aanloopproblemen 6 cm, systeemtesten, ontwikkeling, onderhoud, DCB test
9 apr.	- 13 apr.	Onderhoud, testen DCB, systeemtesten
28 mei	- 29 mei	Systeemtest
30 mei	- 31 mei	Netstoring regio Noord-Nederland
4 jun.	- 13 jan.	Omschakelen naar 21 cm, voorbereiding VLBI, testen DCB, testen DLB, revisie aandrijving RT2 (prototype)
19 jun.	- 22 jun.	Testen DCB
12 jul.	- 13 jul.	Systeem defect
20 aug.	- 21 aug.	Testen DCB
23 aug.	- 24 aug.	Testen DCB
28 aug.	- 4 sep.	Onderhoud, systeemtesten, kabelrevisie RT9, A, B, reparatie DLB, ontwikkeling
4 sep.	- 20 sep.	Testen DCB, kabelrevisie RT9, A, B, installatie DXB systeem
30 sep.	- 1 okt.	DCB defect
30 okt.	- 2 nov.	Testen DCB, ontwikkeling DXB systeem, onderhoud
8 nov.	- 9 nov.	Testen DCB
15 nov.	- 16 nov.	Testen DXB
20 nov.	- 23 nov.	Testen DXB, reparatie DLB, voorbereiding VLBI

Tabel IC. OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1984.

Totaalcijfers:

6 cm DCB	:	38 dagen
6 cm DLB	:	19 dagen
6 cm VLBI	:	11 dagen
18 cm VLBI	:	14 dagen
21 cm DCB	:	55 dagen
21 cm DLB	:	88 dagen
21 cm VLBI	:	6 dagen
92 cm DLB	:	60 dagen
Geen waarnemingen	:	75 dagen

Er vonden 46 systeemomschakelingen plaats, waarvan
8 ten behoeve van een andere waarneemfrequentie,
12 ten behoeve van VLBI ("tied array" of "single dish")
26 ten behoeve van DCB/DLB omschakeling.

Er vonden 2 verwisselingen van frontendserie plaats.

Tabel II. TELESCOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN.

	6cm DCB	6cm DLB	18cm DLB	21cm DCB	21cm DLB	92cm DLB	Om-bouw	instru-menteel	1984	1983	1982	1981	1980	1979
a. 12-uurs synthese: cont.	36	-	-	25	1	28			15	12	17	8	8	9
: lijn	-	21	-	-	31	-			8	9	13	11	6	16
b. <12-uurs waarneming : cont.	23	26	84	18	2	20			17	20	13	18	14	9
: lijn	-	-	-	-	26	1			6	8	8	4	2	5
c. Calibratie	21	35	5	32	26	29	8	2	24	21	24	22	35	25
d. Onderhoud, systeemtests	7	11	9	12	7	8	56	65	16	15	16	18	17	17
e. Ontwikkeling, software	10	2	2	10	5	8	26	26	10	13	5	12	7	6
f. Storing, weer, stilstand	3	5	-	3	2	6	10	7	4	2	4	7	11	12
Jaartotaal 1984	12	9	4	22	21	18	4	10	100					
Netto rendement (a+b)	59	47	84	43	60	49	-	-	46	49	51	41	30	41
Bruto rendement (a+b+c)	80	82	89	75	86	78	8	2	70	70	75	63	65	66

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1983.

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
6 cm continuum - breedband.			
454	Polarization of NGC891	Allen, Longo	52
528	Extended Sources in Abell clusters	Giovannini, Feretti, Gregorini, Padrielli, Parma	37
581	Deep Survey: LYNX.2, LYNX.3, Hercules and SAG	M.Oort, Windhorst, Katgert	48
621	Radiocontinuum survey of HII regions in M101	Viallefond, Boulanger	60
635	Circular polarization	De Pater, R.Fanti, C.Fanti, Weiler	22
686	Active nucleii at high-dynamic range	van der Laan, Zieba	96
729	Extended source near COMA.A	Hanisch, Jaffe, Strom	11
765	Large jet in a peculiar SO galaxy	Hanisch, Neff	24
772	Depolarization of a sample of extragalactic radio-sources	Strom, Conway	35
827	AM HER, magnetic white dwarf in a close binary	van der Woerd, Heise	12
828	Naked QSO's	Katgert,de Bruyn	82
829	Radio jets powering hot spots of 3C452	Roland, Hanisch, Veron	12
830	Haloes of 3C48 and 3C147 at very high dynamic range	De Bruyn	45
842	Abell planetary nebulae	Gathier, Pottasch, Atherton	28
843	Peripheral radio galaxies in the COMA cluster	Giovannini, Feretti, Andernach	24
			588
6 cm continuum - smalband.			
635	Circular polarization	De Pater, R.Fanti, C.Fanti, Weiler	18
			18
6 cm lijn.			
774	Recombination lines of	Roelfsema, Goss	72

	galactic sources		
812	H_2CO polarization in 3C123	Goss, Bally, Kylafis	72
			144
6 cm VLBI.			
83-55G	Relationship between optical line (BLR) emission and parsec scale radio-emission in AGNs	De Waard et al.	50
83-54G	see 83-55G	De Waard et al.	9
83-46	4C39.25, milliarcsecond and arcsecond structure	Wu, Porcas, Pauliny-Toth	10
83-29G	0014+81-, a gravitational lens?	Kühr et al.	5
84-S2	1636+47	Porcas	3
D4G	3C133, a flip-flop jet	Diamond et al.	6
84-S4	ARP220	Biermann	4
84-08	1928+73, a candidate superluminal source	Eckart et al.	13
84-26	3C279, structural changes	Pilbratt et al.	11
84-S5	3C343	Fanti	2
84-06G	0215+-15, a candidate superluminal source and a gravitational lens	Schilizzi et al.	10
84-27	3C273, superluminal motions	Pilbratt et al.	11
84-02	OH masers, pumping mechanisms	Booth et al.	20
84-10	Compact Steep Spectrum sources	Fanti et al.	13
			167
18 cm VLBI.			
83-46	4C39.25 milliarcsecond and arcsecond structure	Wu, Porcas, Pauliny-Toth	11
83-44	1524-136, low frequency variable source	Padrielli et al.	11
84-S1	Survey	Barthel	4
83-47	18 station observation of the quasar 3C48	Wilkinson et al.	12
83-50	18 station observation of the nucleus of Virgo A	Spencer, Reid	11
84-S3	1422+202	Mantovani	1
83-48	18 station observation of superluminal 3C120	Walker et al.	12
83-01	Compact steep spectrum sources in the 3CR catalogue	Fanti et al.	9

83-49	18 station observation of the giant radio galaxy 3C236	Schilizzi et al.	15
84-17	V1057 Cyg, a flaring OH maser source	Winnberg et al.	8
84-S7	RAQL	Graham	4
84-15	3CR compact steep spectrum sources	Fanti et al.	8
84-S11	1954+28	Seiradakis	2
84-S10	0548+165	Mantovani	2
84-18	CSS sources from the Jodrell 966 MHz survey	Shone et al.	15
84-37	CSS sources	Kulkarni et al.	12
84-13	Compact emission in the nucleus and hotspots of 4C04.81	Barthel, Lonsdale	12
84-S8	OH Megamasers	Booth	3
83-52	Energy flow in the Seyfert NGC4151	Pedlar, Unger, Graham	12
84-35	Tests of an interstellar refraction model of low frequency variability	Diamond/Dennison	24
83-51G	Milliarcsecond scale structure in 0716+71	Eckhart, Witzel, Johnston	8
84-06G	0215+015, a candidate superluminal source and gravitational lense	Schilizzi et al.	10
84-S9	OH Megamasers	Diamond	4
84-16G	OH104.9, maser amplification	Diamond et al.	9
84-34	0153+74, spectral index variations	Witzel et al.	5
84-14G	3C99, a low frequency variable	Mantovani et al.	13
84-33	Steep spectrum compact source 1858+171	Sanroma et al.	13
84-08G	1928+73, a candidate superluminal source	Eckhart et al.	12
			262

21 cm continuum - breedband.

454	Polarization of NGC891	Allen, Longo	60
581	Deep Survey: LYNX.3A and HERCULES2	M.Oort, Windhorst, Katgert	232
635	Circular polarization	De Pater, R.Fanti, C.Fanti, Weiler	27
636	Haloes around planetary nebulae	Goss,Pottasch,Gathier Spoelstra, Atherton	35

686	Bridge of 3C111	Zieba, van der Laan	28
703	3C371	Whyborn,Wilkinson, De Bruyn	12
710	Nova Vulpecae 1984	Spoelstra, Pottasch	42
722	High sensitivity study of IC443	Braun, Strom, van der Laan	62
753	HR1099 and AR Lac	Kuypers,van den Oord, Gibson,Brinkman, White	48
762	Radio haloes and disks of galaxies	Allen, Longo	64
770	Polarization in M51 and NGC6946	J.M.v.d.Hulst, Kennicutt	51
777	Ultra-active extragalactic objects	De Bruyn, Schilizzi, van der Laan	23
842	Abell planetary nebulae	Pottasch, Gathier, Atherton	12
843	Peripheral radio galaxies in the COMA cluster	Giovannini, Feretti, Andernach	24
851	Recent star formation in interactive galaxies	Israel, Joseph, Wright, Meikle	22
			742

21 cm continuum - smalband.

635	Circular polarization	De Pater, R.Fanti, C.Fanti, Weiler	20
710	Nova Vulpecae 1984	Spoelstra, Pottasch	24
			44

21 cm lijn.

297	Fine structure in high-velocity clouds	Wakker, Schwarz, van Woerden	96
635	Low redshift absorption in 3C84	J.M.v.d.Hulst, Crane, Haschick, van Gorkom	4
677	HI in NGC4344 and NGC1167	van Driel, Warmels, van Woerden, Giovanardi	7
711	Outer parts of galaxies	Begeman, van Albada, Sancisi	129
738	M82 in H166α	Roelfsema, Goss, J.M.v.d.Hulst	24
739	Spin orientations of galaxies	Warmels, van Moorsel, Sancici, van Albada, Oosterloo	179
740	Dwarf Irregular LEO A	Bosma, Kormendy, Sancisi	12
748	Dwarf Irregulars in the	Albinson, van Woerden	36

	Local Group		
797	HI in NGC3773	van Driel, Krumm, van Woerden	7
798	HI in pure disk galaxies	Carignan, van Albada, Sancisi	23
844	HI content of Galactic molecular clouds	Goss, Vandenbout	36
845	Comparative HI properties of Red and Blue dwarf galaxies	Israel, Burton	48
846	HI in Star-burst nuclei galaxies	Skillman	12
847	HI emission in two radio-galaxies	Strom, Shostak	36
848	HI distribution in galaxy clusters	van Woerden, Warmels, Skillman	77
849	Very red, HI rich, cluster spirals	Skillman, van Woerden	12
850	Hydrogen line in clusters of galaxies	Sancisi	151
861	HI in PKS 1404-267	Goss, Danziger	6
			895
21 cm VLBI.			
83-57	Optically resolved quasars II	Neff et al.	25
84-19	SS433	Fejes, Porcas	11
83-11	Survey of radio sources with optical (BLR) emission	De Waard	24
83-21	The compact structure of the Seyfert NGC2110	Ulvestadt, Neff	11
83-58	The compact structure of the Seyfert NCC1068	Neff, J.M.v.d.Hulst	13
83-37	Optically resolved quasars	Neff et al.	13
81-30R	Compact extra galactic radio sources with steep spectra	Kulkarni	18
84-22	The jet in 3C286	Kus et al.	14
			129
92 cm continuum.			
528	Clusters of galaxies	Giovannini, Feretti, Gregorini	36
600	CG195+4	Spoelstra, Hermsen	12
617	Strong extended radio-	Jägers, Miley, van der	57

	sources	Laan	
635	Circular polarization	De Pater, R.Fanti, C.Fanti, Weiler	32
702	Radio halo of N4631	Werner, Hummel	24
707	CAS A, Crab Nebula	Strom, Erickson	24
729	Extended source near COMA A	Hanisch, Strom, Jaffe	36
770	M51	J.M.v.d.Hulst, Kennicutt	24
778	Comet occultations	De Pater	30
788	GHz peaked radio sources	Spoelstra, Patnark, Gopal-Krishna	9
805	Radio search for high-redshift clusters	Windhorst, M.Oort	65
813	Survey for non-thermal radio stars	Braes, Miley	20
814	Galactic center	Balick, Schwarz, Pedlar	10
815	Recombination line of W3	Harten, Roelfsema	12
816	Fast pulsar candidates	Erickson, Hanisch	16
818	Fast pulsar survey	Albinson, Stevens, Goss, Schwarz, Puris, Heiles, Backer	181
822	Large radiogalaxy 6C2147+81	Sancisi, Baldwin, Sanders, Warner	12
823	Large radio galaxies	Strom, Hanisch	48
824	Low frequency variability in compact radio sources	De Bruyn	80
825	Radio Halo of M87	Erickson, Hanisch	23
826	Cluster haloes	De Grijp, Miley, van der Laan, De Bruyn	56
			807
92 cm lijn.			
837	Search for neutral hydrogen at z=3.34	Laing	32
			32

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKE GEGEVENS BETREFFENDE HET TELESCOOPBEDRIJF.

Onderwerp	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Aantal projecten	110	89	104	107	96	125
Totaal aantal waarnemingen	4200	5500	6000	5500	7500	5500
aantal 12-uurs synthese	179	97	133	213	150	165
Telescoop rendement netto %	41	30	41	51	49	46
bruto %	66	65	63	75	70	70
Percentage onbruikbare 12-uurs equivalenten	-	-	11	3	6	6
Aantal systeem omschakelingen	6	26	20	12	33	46
Aantal wisselingen frontendserie	2	6	3	2	3	2
Aantal individuele frontendvervangingen	37	55	60	44	83	79
Aantal keren verrijden	14	19	20	16	12	14

Percentage onbruikbare 12-uurs equivalenten: onbruikbaar van bruto rendementspercentage.

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

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Instrumenteel	2	4	4	1	1	-
Zonnestelsel	2	11	6	-	-	1
Galactisch	21	28	32	35	28	23
Nabije stelsels	26	18	26	5	33	23
Extra-galactisch	49	39	32	59	38	53

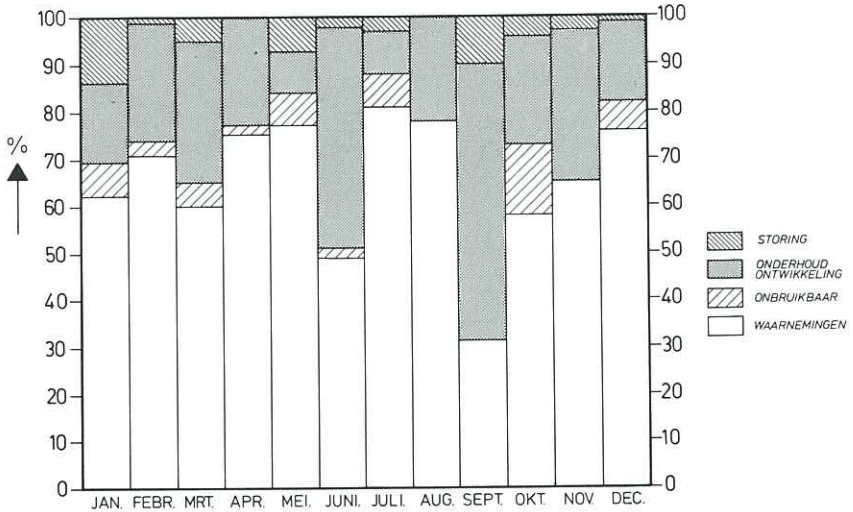


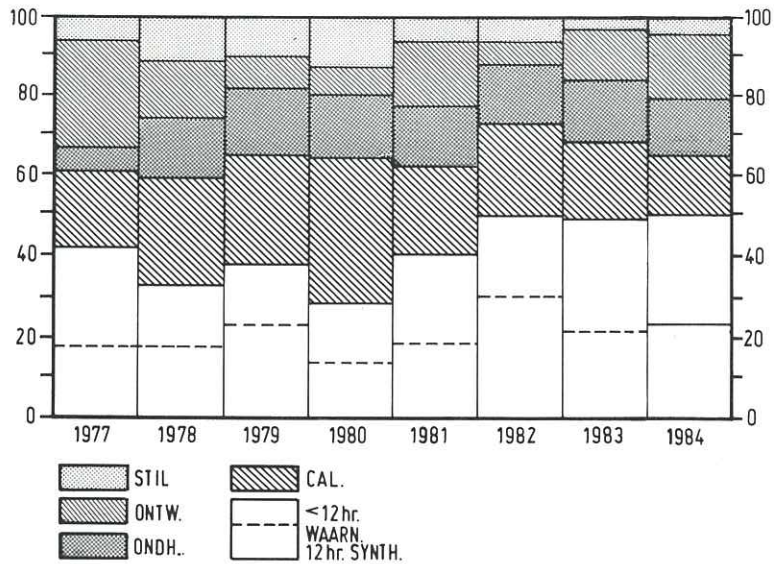
Fig. 2.1.1. OVERZICHT TELESCOOPGEBRUIK PER MAAND IN 1984.

Fig. 2.1.2. OVERZICHT TELESCOOPPGEBRUIK 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



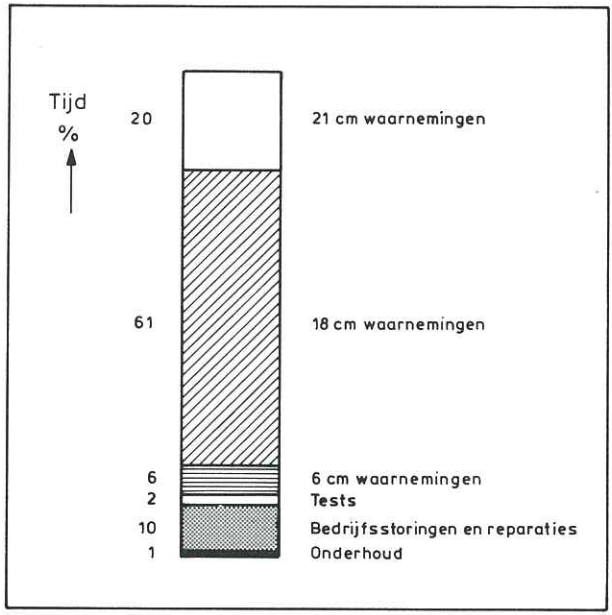
2.2. Telescoopgroep Dwingeloo.

Sedert januari zijn de routinematige waarnemingen van de zon beëindigd. De betrokken apparatuur werd, op verzoek van het Sterrenkundig Instituut te Utrecht nog wel tot juli beschikbaar gehouden.

Het werken met de 25 m telescoop beperkte zich van SRZM-zijde tot het in optimale toestand bedrijfsgereed houden van de apparatuur. Het waarnemen zelf werd door de bij de onderzoeken betrokken astronomen zelf gedaan. Veelal werd de feitelijke uitvoering gedaan door studenten in het kader van hun afstuderen, soms ook als "radio-waarneem-prakticum". Dit verliep steeds zonder moeilijkheden. Aan het eind van het jaar werd medewerking verleend aan een proef van de Sterrewacht Leiden de telescoop via de telefoon vanuit Leiden te bedienen. Deze proef loopt nog maar lijkt gunstig uit te pakken.

De apparatuur heeft zich in het afgelopen jaar goed gehouden. Het tijdverlies door bedrijfsstoringen (te slecht weer inbegrepen) en reparaties was, evenals in 1983, slechts 10%, zodat bijna 90% van de tijd voor waarnemingen gebruikt kon worden. De telescoop is het hele jaar voortdurend in gebruik geweest. Tabel 2.2.1. geeft een overzicht van de tijdbesteding naar soort. De onderwerpen waaraan gewerkt werd en de betrokken astronomen zijn weergegeven in Tabel 2.2.2.

Het afgelopen jaar is voor de 25 m telescoop een succesvol jaar geweest, waarin gebleken is dat hij met minimale inspanning van de SRZM, door de kwaliteit van de apparatuur en zijn gebruiksgemak, een belangrijk radioastronomisch instrument kan blijven.



Tabel 2.2.1. Gebruik van de tijd van de 25 m telescoop te Dwingeloo in 1984.

Projektnr.	Onderwerp	Onderzoekers
21 cm:		
836	Heiles Supershell phenomenon	Te Lintel Hekkert, Verschoor, Burton.
X25	Distances of High Velocity Clouds	Wakker, Schwarz, van Woerden.
X29.0	Test UKIRT-backend (OAS)	van der Stadt, Jager.
18 cm:		
595.4	Light curves of OH-masers	van den Boogaard, Sloff, Herman.
X26	OH-emission in Orion and Monoceros areas	Jenniskens, Blaauw.
X27	Local Molecular Clouds	Jenniskens, Wouterloot.
595.5	Light curves of OH-masers	Hartman, Herman.
X29.1	Test UKIRT-backend (OAS)	van der Stadt, Jager.
X17.2	M33, OH-masers with H II regions	Herman, Israel.
X30	OH/IR stars in the Galactic Bulge	Te Lintel Hekkert, van der Veen, Habing.
X31	OH/IR stars in the Galactic Plane	Te Lintel Hekkert, van der Veen, Habing.
X32	OH-identification of some IRAS-sources	van der Werf, Baud, Boulanger, Goss.
6 cm:		
X22	Continuum Integrated Flux Densities of Galaxies.	Israel, J.M. v.d. Hulst.

Tabel 2.2.2.: Waarnemingsprojekten met de 25 m telescoop te Dwingeloo in 1984.

2.3. Computergroep.

2.3.1. Algemeen.

De verwerking van 92 cm metingen met zijn speciale eisen aan polarisatie calibratie, het beproeven van het uitgebreide digitale lijn backend (DXB) en het ontwikkelen van een tweede generatie redundantie en zelfcalibratie programmatuur waren dit jaar de belangrijkste projecten ten behoeve van de WSRT. De UK/NL activiteiten gaan een steeds groter deel uitmaken van het geheel. De eerste fase van de archiverings programmatuur voor de La Palma sterrenwacht is ontwikkeld en grotendeels geschreven. Ons algemeen analyse systeem, DWARF, werd verder uitgebouwd.

De PDP11/70, die ons vele jaren gediend heeft, is dit jaar ingeruild tegen een VAX 11/750, zodat we nu twee, via Ethernet met elkaar verbonden, computers met hetzelfde bedrijfssysteem en volledig uitwisselbare software hebben. Later in het jaar zijn twee 64-Mbyte schijfeenheden met uitwisselbare schijven vervangen door een vaste Winchester schijf met een capaciteit van 414 Mbyte. In Westerbork is een derde HP1000 computer aan het systeem toegevoegd voor de besturing van het DXB en de eerste bewerking van de gegevens.

Een relatief groot aantal mutaties heeft in de personele sfeer plaatsgevonden. Slottje heeft Spoelstra als hoofd van de reductiegroep vervangen. Tenkink is vanuit de telescoopgroep Dwingeloo in de reductiegroep gekomen als gegevensverwerker. Spoelstra en Vosmeijer werken nu respectievelijk als systeem analist en programmeur aan de WSRT reductieprogramma's. Na elf jaar bij SRZM heeft Ron Harten besloten een nieuwe baan in de Verenigde Staten aan te nemen. Hij heeft ons in het voorjaar verlaten. In november is zijn plaats ingenomen door Friso Olnon, die tot die tijd in Leiden werkte. Van der Velde is in oktober voor ongeveer twee jaar vertrokken naar La Palma om daar software ondersteuning bij het waarneembedrijf te verlenen.

2.3.2. Westerbork software systeem (van Someren Gréve, Kroodsma, Grit).

a. Real-time programma's

Het meten met parallele dipolen en de daarmee samenhangende noodzaak om ook met loodrecht op elkaar staande dipolen te kunnen calibreren hebben enkele wijzigingen met zich gebracht. Verandering van de hardware om de Total Power voor het DCB te meten maakten ook software veranderingen nodig. Er is nu de mogelijkheid met één telescoop single-dish waarnemingen te doen terwijl de rest van de SRT voor normale waarnemingen wordt gebruikt. Deze mogelijkheid is speciaal voor VLBI van belang.

Verreweg de grootste inspanning hangt samen met de komst van het uitgebreide Digitale lijn backend (DXB) in Westerbork. Ingrijpend was het in gebruik nemen van een derde processor, die de onmiddelijke communicatie met het DXB verzorgt. Taken, die tot nu toe in één processor werden uitgevoerd, zijn nu over twee processoren verdeeld. Er moest dus een communicatiesysteem tussen de twee tot stand worden gebracht via eèn gemeenschappelijke schijf. Een en ander vergde een grondige herindeling van geheugen, opslagruimte en computertaken. Ook bleek het nodig te zijn om te zien naar snellere algorithmen voor het uitvoeren van de tijd- naar frequentie Fourier transformatie, omdat de gegevensstroom uit het DXB potentieel veel groter is dan die uit het DLB of het DCB. In verband met de vergroting van de hoeveelheid gegevens zijn de mogelijkheden tot samenvoegen van gegevens uitgebreid. Dit betekent ook dat gekozen moet kunnen worden welke frequentiepunten wel en welke niet meegemiddeld moeten worden voor het zogenaamde continuum-punt.

b. VLBI Mark III software

Het onderhoud en de aanpassing van de door Haystack geleverde Mark III software is een tamelijk veel omvattende taak geworden. Er moet dikwijls gecorrespondeerd worden over ontbrekende modules in nieuwe versies, etc.. Ook vergt de assistentie bij de VLBI waarnemingen een aanzienlijke hoeveelheid tijd.

c. Off-line programma's

De toename van de hoeveelheid gegevens maakt het meer en meer nodig om de inspectie ervan vlot en gemakkelijk te kunnen uitvoeren. Daarom is veel aandacht besteed aan het gebruiks-vriendelijk maken van de programma's die voor de inspectie gebruikt worden. Herindeling van schijfruimte heeft uiteraard ook invloed gehad op de off-line programma's.

De programma's voor het berekenen van correctie-parameters uit de vergelijking van de gegevens van de 'redundante' basislijnen zijn in belangrijke mate uitgebreid, makkelijker te gebruiken en sneller gemaakt. Ook kunnen de resultaten ervan nu op eenvoudige wijze worden ingevoerd als correcties voor de volgende metingen. Zowel de programma's, waarmee direct na de waarneming kaarten kunnen worden gemaakt, als vele andere, ondergingen een aantal verbeteringen.

2.3.3. Dwingeloo programmatuur.

a. Dwingeloo Telescoop programmatuur (Lem)

Het aanbrengen van enkele wijzigingen, die een Dwingeloo survey 'nieuwe stijl' mogelijk moesten maken, en enig incidenteel

onderhoud zijn de enige inspanningen hieraan. Er waren in het hele jaar slechts enkele mandagen mee gemoeid.

b. SRT reductie programmatuur (Harten, Spoelstra, Van der Velde, Vosmeijer)

In het begin van het jaar is tamelijk veel tijd besteed om de PDP11 programma's geschikt te maken voor gebruik op de VAX.

Het op correcte wijze verwerken van de 327 MHz (92 cm) metingen met hun speciale polarisatie problemen heeft vrij ingrijpende wijzigingen in de programmatuur met zich gebracht. Deze aanpassingen van het programma LINOBS zijn pas in september gecompleteerd. Het is nu mogelijk metingen te corrigeren voor Faraday rotatie en uit te voeren in de vorm van Stokes parameters (dit kon tot nu toe alleen in de universitaire kaartmaak-programma's). Ook kunnen nu in LINOBS bronnen afgetrokken worden, hetgeen vooral voor de verwerking van calibratiemetingen op 50 en 92 cm golflente van belang is.

De met behulp van redundantie en zelfcalibratie bepaalde correcties op metingen kunnen nu in LINOBS worden toegepast, zodat de op deze wijze gecalibreerde metingen verder verwerkt kunnen worden met de universitaire programmatuur.

Ten behoeve van DCB- en DXB-metingen zijn in een aantal van de standaard programma's wijzigingen aangebracht.

c. Redundantie en zelf-calibratie (Brouw)

Nadat in het begin van het jaar het overbrengen van het gehele bestaande pakket naar de VAX was gecompleteerd, is langzaam maar zeker gewerkt aan een tweede generatie programmatuur. In eerste instantie is gezorgd dat het niet langer nodig is speciale tapes, gesorteerd in tijd volgorde, te schrijven om daarmee het pakket programmatuur binnen te gaan. Vervolgens zijn zowel het redundantieprogramma, dat instantane correcties per telescoop uitrekent, als het programma dat deze correcties met behulp van een bronmodel aligneert, grondig gereviseerd en geheel volgens DWARF conventies opgezet. Programma's zijn toegevoegd, waarmee een kaart van de gecorrigeerde gegevens gemaakt kan worden, waarmee de gevonden correcties kunnen worden uitgevoerd in een voor LINOBS verteerbare indeling, waarmee residuën en meetgegevens kunnen worden geïnspecteerd en geplot en waarmee een bronmodel kan worden gedefiniëerd en gewijzigd.

In de naaste toekomst zal de aandacht vooral worden gericht op betere manieren om een bronmodel te verkrijgen en op de mogelijkheid de gekruiste polarisatiekanalen optimaal te benutten.

d. Algemene analyse (DWARF) (Harten, Hamaker, Kombrink, Lem, Van Diepen)

Langzamerhand en met verminderde mankracht (Harten en Van Diepen hebben er nog slechts weinig aan gewerkt) is het DWARF systeem volwassen geworden. Het database systeem is ingrijpend gewijzigd en ook zijn enkele interfaces met gebruikers programma's veranderd. Dit gebeurde niet alleen om een beter systeem, maar vooral om een goed onderhoudbaar systeem te produceren. Dit lijkt goed gelukt te zijn. Het systeem wordt 'geëxporteerd' naar Nijmegen en Leiden. Er is een complete documentatie zowel voor gebruikers als voor programmeurs. Een 'idiot's guide', een beknopte gebruiksaanwijzing, moet nog worden gemaakt.

Tot nu toe zijn de redundantie/zelfcalibratie programma's de enige echte DWARF applicatieprogramma's. De SRT standaard reductie draait wel onder DWARF maar de programma's zijn niet volgens DWARF-afspraken opgezet. Het is de bedoeling dat Olnon zich met applicaties gaat bezighouden.

e. Bedrijfssystemen (Spoelstra, Hamaker, Brouw)

In de loop van dit jaar werden respectievelijk versies 3.5, 3.6 en 3.7 van het VAX-VMS bedrijfssysteem geïnstalleerd. Versie 4.0, die pas in 1985 beschikbaar komt, zal wezenlijke verbeteringen en veranderingen bevatten.

Omdat de beschikbare schijfruimte, vooral op de VAX 11/780, inefficient gebruikt werd door te sterke fragmentatie en doordat de meeste gebruikers zelden hun oude files verwijderden, is in de loop van het jaar een programma in gebruik genomen dat selectief files van bepaalde typen na bepaalde tijd van de disk verwijdert. Na wat aanloop moeilijkheden, waarin dit programma, dat de naam 'Magere Hein' heeft gekregen, zich enkele malen ten onrechte vergreep aan nog in gebruik zijnde files, is een belangrijke verbetering in het diskgebruik bereikt.

2.3.4. Universitaire programmatuur (Akkerman, Lugtenborg, Weerstra)

Zowel in Groningen als in Leiden is LINEMAP aangepast om gegevens in Stokes parameter vorm te accepteren. In Leiden bestaat nu de mogelijkheid om kaarten te maken van 2048 x 2048 en 4096 x 4096 punten.

2.3.5. Reductiegroep.

a. Calibratie en correctie van SRT metingen te Dwingeloo (Slottje, Drenth, Moorrees, Tenkink)

Dit is een moeilijk jaar geweest voor de reductiegroep. Het is begonnen met personeelswisselingen (zie 2.3.1); terwijl de nieuwe mensen zich nog bezig waren in te werken werd op een nieuwe computer overgegaan en lagen waarnemingen met bijzondere complicaties (92 cm) op verwerking te wachten. Tenslotte wilde het geschikt maken van de programmatuur voor deze 92 cm metingen niet al te vlot lukken, zodat al met al een reductieachterstand van vele maanden werd opgelopen. Wel is zoveel mogelijk tegemoet gekomen aan SRT gebruikers die op hun metingen zaten te wachten, zodat de meest urgente metingen zonder of met weinig achterstand zijn gereduceerd. In september kon echter pas goed begonnen worden systematisch de achterstand in te lopen. Door de computer (en de mensen) 's avonds en 's nachts te laten werken werd iedere week de hoeveelheid metingen van twee weken gereduceerd. Tegen het eind van het jaar zag het er naar uit dat tegen eind februari 1985 de reductie weer bij zou zijn.

b. Verwerking in Leiden en Groningen (Weerstra en Akkerman)

Hierover is weinig nieuws te melden. Het gaat regelmatig en zonder schokkende gebeurtenissen.

2.3.6. WSRT Newsletter (Raimond)

Net als vorig jaar heeft de verschijningsfrequentie van de Newsletter geleden onder de IRAS activiteiten. De informatie stroom is echter van de kant van SRZM wel het hele jaar op gang gehouden. Eenmaal is de Newsletter verzorgd door van der Hulst.

2.3.7. Calibratieonderzoek (Spoelstra)

Als gevolg van de druk op de WSRT reductie programmatuur is een systematisch calibratie onderzoek nog maar zeer aarzelend op gang gekomen. Samen met Kahlman is begonnen opnieuw naar de fundamentele toleranties van de WSRT te kijken teneinde de lange tijd geleden geproduceerde ITR 140 aan te passen en te verbeteren.

Aandacht is besteed aan ionosferische scintillatie en de invloed daarvan op radioastronomische waarnemingen. Ook is met Bregman gedacht over de realisatie van een troposfeer monitor met het oog op toekomstige verbetering van troposfeer correcties.

2.3.8. UK/NL werkzaamheden.

a. Taurus en Aspect instrument software (Noordam)

Taurus is een instrument dat een 'gegevenskubus' vult met een serie beelden met een afmeting van ongeveer 9 boogminuten en verschillende golflengten. De versie voor de Isaac Newton Telescope kan maximaal 128 golflengte-plakjes aan met ieder een afmeting van niet meer dan 512 x 512 pixels. Met behulp van een Fabry-Perot etalon worden de golflengten geselecteerd. De IPCS wordt gebruikt als detector. Door de spleet van een conventionele spectrograaf over de hemel te bewegen kan een soortgelijke kubus gevuld worden. Vandaar dat de programmatuur voor deze laatste waarneemmethode, die Aspect genoemd wordt, veel gelijkenis vertoond met die voor Taurus.

Alle La Palma software past in het door RGO ontwikkelde ADAM systeem, dat D-taken kent voor de besturing van instrumenten en A-taken voor het verzamelen, calibreren en inspecteren van de gegevens en voor de specificatie van waarneemparameters. In principe kan een instrument alleen via een D-taak worden bestuurd. Door de grote hoeveelheid gegevens en door de wenselijkheid alle golflengte plakjes snel achter elkaar kort te belichten om daarna de hele cyclus enkele malen te herhalen (dit om atmosferische instabiliteiten uit te middelen) is het nodig de IPCS en zijn uitwendig geheugen aan Taurus rechtstreeks door een A-taak te laten besturen (en dus tegen de ADAM conventies te zondigen). Ook worden speciale gegevens transport technieken toegepast wanneer het aantal fotonen klein is. In dat geval worden de pixels die niet leeg zijn als het ware gemerkt in plaats van een compleet golflengteplakje te transporteren.

De software voor Taurus en Aspect is vrijwel klaar. In het voorjaar van 1985 wordt deze met het instrument op de INT geïnstalleerd. Teneinde zuinig om te springen met de kostbare (in het algemeen lange) waarneemtijd met Taurus zijn een groot aantal controles op de door de waarnemer verschafte waarneemparameters ingebouwd.

b. Beeldstabilisatie (Noordam)

Omdat het merendeel van de atmosferische beeldvervorming van optische telescopen wordt veroorzaakt door grootschalige 'cellen', kan met behulp van beeldstabilisatie een belangrijke verbetering worden bereikt. Men maakt een reeks zeer korte (50 msec) opnamen, die geselecteerd worden op beeldscherpte en vervolgens gecorrigeerd worden voor kleine positie veranderingen en dan weer bij elkaar worden opgeteld. Als de apertuur van de telescoop belangrijk groter is dan de gemiddelde celgrootte, moet de apertuur worden onderverdeeld in sub-aperturen. De techniek, die vergelijkbare resultaten geeft als die waarbij de vorm van de optische

elementen in de telescoop actief wordt aangepast, heeft het voordeel dat niet een zeer heldere referentie ster vlak bij het centrum van het waar te nemen veld nodig is. Het is te verwachten dat de techniek belangrijke bijdragen kan leveren bij spectroscopie en ook bij 'speckle interferometrie'.

Er zijn enkele stappen ondernomen om beeldstabilisatie op La Palma mogelijk te maken. De eerste maakt gebruik van de IPCS op de INT. De benodigde extra beeldvergroting wordt bereikt door een optisch systeem in de Taurus doos in te bouwen. Ook zijn voorzieningen getroffen om de 2,5 m spiegel in vier delen onder te verdelen. De eerste experimenten met dit systeem kunnen wellicht in april 1985 worden gedaan.

c. Archivering van La Palma gegevens (Van Diepen, Harten, Raimond).

Het basis ontwerp voor een archiverings en database systeem voor alle soorten La Palma gegevens (meetgegevens, instrumentele parameters, monitor informatie betreffende telescopen, koepels, instrumenten en detectoren, meteorologische informatie, etc.) is door Harten in een aantal Notes beschreven. In de loop van dit jaar is dit ontwerp verder gerijpt (en dus enigzins gewijzigd) tijdens het ontwikkelen van de eerste fase van het systeem, die voorziet in het stelselmatig opslaan van de gegevens, echter nog niet in een mooie manier om deze gegevens weer uit het archief terug te krijgen.

Inmiddels is een formeel contract afgesloten tussen SRZM als uitvoerder van het contract en SERC als beheerder van de gelden, voor het leveren van de archiverings programmatuur en in tweede en derde instantie ook van gebruikersvriendelijke software voor toegang tot en gebruik van de gegevens.

Tegen het eind van het jaar was de eerste fase geheel ontwikkeld en grotendeels geschreven en getest. In het voorjaar van 1985 zal deze programmatuur worden afgeleverd aan het Royal Greenwich Observatory, alwaar het archief zal worden bijgehouden. Deze eerste phase bevat de programmatuur voor het copiëren van de van La Palma komende gegevens op archieftapes via een buffer in de VAX computer, waarin de meest recent binnengekomen gegevens tijdelijk worden opgeslagen. Tijdens het copiëren wordt een archief-index opgebouwd en wordt een tape-administratie bijgehouden, waarin van iedere tape de status voorkomt (welke gegevens kunnen op deze tape, hoeveel en wat is er reeds op geschreven en hoeveel ruimte is er nog op). Aan de hand van deze administratie wordt automatisch een geschikte tape opgezocht om nieuwe informatie bij te schrijven. Ook wordt een administratie bijgehouden van de transport tapes, die gebruikt worden om de gegevens van La Palma naar RGO te verplaatsen. Deze administratie zorgt ervoor dat de transport tapes niet opnieuw worden gebruikt voordat alle er op voorkomende informatie op archieftape staat. Er is veel aandacht besteed aan beveiliging tegen onvoorziene gebeurtenissen tijdens het laden

van het archief. Hierdoor moet het eenvoudig zijn om zich te herstellen van een 'crash'.

d. La Palma exploitatie (Van der Velde)

De laatste drie maanden van het jaar heeft SRZM de enige permanente software man op het eiland verschaft. Pas in het voorjaar van 1985 zal door RGO een vaste software-manager worden uitgezonden. Vooral omdat onze medewerker zich ook vertrouwd moest maken met een nieuwe computer en met de hem vreemde software, is het niet te verwonderen dat hij deze maanden uitermate zwaar belast is geweest. Hij heeft zich bezig gehouden met een copieer programma voor FITS tapes met een groot aantal selectie mogelijkheden, met software onderhoud en met algemene software ondersteuning van het waarneembedrijf.

2.3.9. IRAS/LRS programmatuur en gegevens verwerking (Raimond, Olnon)

Aangezien het IRAS project in november inderdaad is afgesloten met het produceren van een catalogus, zal dit het laatste jaar zijn waarin IRAS als een apart hoofdstukje in het SRZM jaarverslag voorkomt. Zoals bekend was het verwerken van de waargenomen Lage Resolutie Spectra onze speciale verantwoordelijkheid. De eerste helft van het jaar hebben we hierbij een extra tegenslag ondervonden in de vorm van een plotselinge en langdurige ziekte van de nauw bij het project betrokken Leidse programmeur. Hierdoor moest ineens veel meer in detail aandacht worden besteed aan de programmatuur dan voorheen, vooral omdat het een aantal maanden absoluut niet duidelijk was of de programmeur op tijd beschikbaar zou zijn om een aantal aanvullingen te verzorgen die nodig waren om uit de database van ruim 171.000 spectra een betrouwbare catalogus te produceren. Hiervoor was het noodzakelijk om nog een aanzienlijke hoeveelheid werk te steken in calibratie en correctie technieken en in geschikte algorithmen voor het kiezen van spectra met voldoende kwaliteit, die tenminste twee keer consistent waren waargenomen. Ondanks het feit dat de programmeur in de zomer toch weer beschikbaar was, is minstens een half manjaar SRZM tijd besteed om op het Jet Propulsion Lab in Pasadena de IRAS Catalogus van Lage Resolutie Spectra voor te bereiden en te produceren. Aangezien de classificatie van the spectra werd opgenomen in de IRAS puntbron catalogus, moest de productie van de LRS catalogus met de productie daarvan gesynchroniseerd worden.

Behalve het afwerken van enkele kleinigheden bleef tegen het eind van het jaar alleen nog de publicatie van een Atlas van de grafische voorstelling van alle in de catalogus voorkomende spectra over. Dit project is voor Olnon een oefening in het werken met de VAX.

2.3.10. Verdeling van mankracht over projecten en activiteiten

De computergroep heeft 18 medewerkers, waarvan er twee permanent in Leiden en Groningen zijn gestationneerd. Gedurende ongeveer een half jaar was een van de posities onbezet. Vanwege de aard van zijn niet-administratieve activiteiten is de voorzitter van de directie in het hierna volgende overzicht als negentiende medewerker meegeteld. Hij draagt uiteraard behalve zijn productieve werk een niet te verwaarlozen hoeveelheid overhead bij. Uit de vergelijking van de verdelingen over de rubrieken in 1984 en 1983 blijkt dat alleen de toename van het percentage mankracht, besteed ten behoeve van de UK/NL samenwerking, significant is.

	percentage	1984(83)	man-maanden
SRZM software ontwikkeling		34(36)	75
Westerbork software	6		
SRT reductie software	6		
onderhoud en systeem software	10		
DWARF systeem en applicaties	11		
UK/NL projecten		13(8)	29
Taurus/Aspect	4		
La Palma archivering	6		
algemeen en diversen	1		
La Palma exploitatie	1		
Gegevensverwerking		20(19)	44
SRT gegevens	13		
Dwingeloo telescoop	1		
Leiden/Groningen	6		
Assistentie		2(3)	4
aan astronomen	<1		
bij waarnemingen	2		
Onderzoek		1(1)	2
astronomisch	<1		
calibratie	1		
Externe contacten		5(5)	11
IRAS en VLA	3		
universiteiten	1		

Overhead		25(27)	55
	Literatuurstudie en conferenties	2	
	vergaderingen en besprekingen	5	
	documentatie (incl. Newsletter)	2	
	diversen	3	
	vacantie	11	
	ziekte	2	

2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst.

2.4.1. Algemeen.

Het werk in het Laboratorium en Centrale Technische Dienst in 1984 heeft zich op twee fronten afgespeeld: werk ten behoeve van de SRT en ten behoeve van de UK/NL samenwerking.

Voor de SRT stond in 1984 een drietal grote projecten op stapel: de 21 cm frontend retrofit, het DXB en het Mark III VLBI optelsysteem. Van deze drie projecten kwam het eerste in 1984 gereed.

Een minder omvangrijk, maar niettemin zeer belangrijk project voor VLBI werk, was de installatie van de waterstof maser klok.

Het DCB, het breedband digitaal backend, kwam in 1983 gereed en werd in 1984 volop gebruikt. Met de amplitude calibratie deden zich helaas grote problemen voor die in 1984 de nodige aandacht hebben vereist. Pas medio 1984 werkte het systeem naar tevredenheid.

Op het tweede front, het werk ten behoeve van de UK/NL samenwerking, was 1984 een leerjaar voor zowel het millimetergolf-werk als voor het werk aan de CCD controllers.

Medio 1984 kwam na een lange periode van ontwikkeling de eerste Schottky barrier mixer, voor 350 GHz, gereed. Deze mixer is bestemd voor de Millimeter (nu Maxwell) Telescoop (MT) en is volledig door RZM ontworpen en gebouwd (voor deze golflengte zijn er thans nog geen mixers te koop) in het kader van een contract met het Rutherford/Appleton Laboratory in Chilton (UK). Het werk bij deze golflengte werd bemoeilijkt door de zeer kleine afmetingen van de te vervaardigen structuren met toleranties van de orde van enkele microns. Deze inspanning heeft het nodig gemaakt een fors beroep op de flexibiliteit en inventiviteit van onze instrumentmakers te doen.

Aan het optische front werd in 1984 aan een CCD controller voor de 4,2 m optische telescoop (W. Herschell telescoop) op La Palma gewerkt. Dit project is eveneens onderdeel van een contract, ditmaal met de Royal Greenwich Observatory (UK). Ook op dit terrein moest het Laboratorium zich grondig inwerken om zodoende het vertrouwen van onze Engelse collega's te winnen.

Tenslotte moet ook over onze bijdrage aan de exploitatie van de sterrenwachten op La Palma en Hawaii gerapporteerd worden. Tot de zomer 1984 verbleef één van onze elektronici, Y.J. Koopman, op La Palma, waar hij betrokken was bij het in bedrijf stellen van de Isaac Newton Telescoop (INT). Na de zomer vertrok een andere technicus, H.E.J. de Graaf, naar het eiland La Palma, waar hij voortaan gestationeerd is.

Bij het ontwerp en de constructie van de Millimeter Telescope bij RAL is ook van RZM-zijde een tweetal technici betrokken. Net voor de Kerstdagen kwam J. Dekker, een instrumentmaker, na een verblijf van 2,5 jaar in Chilton, terug naar Nederland. Hij is

betrokken geweest bij een aantal problemen betreffend het mechanische ontwerp, zoals bijvoorbeeld de secondaire spiegel en de technische voorzieningen voor de bekabeling. R.J.H. van 't Land neemt op RAL deel aan het ontwerp en de fabricage van de bekabeling voor de MT.

Al met al dus een zeer druk jaar voor Laboratorium en Centrale Technische Dienst met te weinig tijd om de projecten af te werken zoals men zou willen. Met betrekking tot het millimeter werk kan rustig gezegd worden dat RZM te optimistisch is geweest en de technische problemen heeft onderschat. Deze situatie is extra gecompliceerd gezien het feit dat tal van deze ontwikkelingen vallen in het kader van een contract terwijl er aan ontwikkelingen ten behoeve van de SRT nog steeds voorrang wordt verleend. Tegen het einde van 1984 kon geconcludeerd worden dat op alle nieuwe gebieden RZM zich opgetrokken heeft tot, op zijn minst, het niveau van haar Engelse collega's. De rol van Laboratorium en Centrale Technische Dienst bij de Millimeter Telescoop is zelfs van cruciaal belang geworden voor het welslagen van het project.

In de volgende hoofdstukken zullen de verschillende Laboratorium en Centrale Technische Dienst projekten in meer detail toegelicht worden.

2.4.2. Projecten ten behoeve van de S.R.T.

Frontend ontvangers.

Het grote project in 1984 in deze sfeer is ongetwijfeld de modificatie ("retrofit") van de ongekoelde 21 cm frontend ontvanger serie. Met deze modificaties, waarbij dertien ontvangers betrokken waren, werd er o.a. naar gestreefd de bruikbare bandbreedte te vergroten (tot 80 MHz) om zodoende compatibel te zijn met het zojuist gereed gekomen breedband digitaal backend (DCB). Parallel hieraan werden tal van verbeteringen aangebracht waardoor de meer dan 15 jaar oude ontvanger weer "up-to-date" werd gemaakt.

Het project kwam in het tweede kwartaal gereed. De ontvangers werden toen uitvoerig in de klimaatkast getest en na afloop naar Westerbork vervoerd. De ontvangers werden direkt daarna bij de waarnemingen betrokken; ze hebben zich zeer stabiel gedragen. Door de beste parametrische versterkers te selecteren is de gevoeligheid ook geoptimaliseerd.

Direct daarna werd aan de tweede fase van deze operatie begonnen: het verbeteren van de verbinding tussen golfpijp en balun om zodoende de gevoeligheid verder te vergroten. In december kwam een ontwerp gereed voor een breedband (18-21 cm golflengte) "launcher" met "unbalanced probes" waardoor we de ingangsverliezen hopen te reduceren.

Wat betreft de gekoelde frontend serie was 1984 een jaar van consolidatie. Verbeteringen werden aangebracht om het systeem

betrouwbaarder te maken. Ondanks de frequente ontvangerwisselingen hebben de cryogene systemen zeer goed gefunctioneerd.

Aan de 327 MHz (92 cm golflengte) frontend serie die in november 1983 gereed kwam moest in 1984 enige inspanning besteed worden. In de eerste plaats is gebleken dat de oorspronkelijke constructie van de feed (straler) niet voldeed o.a. bij vochtig weer. Dit heeft geleid tot een nieuw ontwerp. Aan de ontvangers zelf is een aantal verbeteringen aangebracht o.a. aan de ruisbron inkoppeling teneinde de stabiliteit ervan binnen de specificaties te brengen.

Uitbreiding van het Digitaal Lijn Backend (DXB).

Pas in het derde kwartaal kon de uitbreiding van het Digitaal Lijn Backend in Westerbork geïnstalleerd worden. Tegen de verwachtingen in deden zich ernstige vertragingen voor ten gevolge van problemen met o.a. het huidige multiplexer systeem dat eerst aan grondige revisie toe bleek te zijn. Ondanks uitvoerige tests in het laboratorium bleek de nieuwe elektronica nog niet geheel naar wens te functioneren. Deze problemen moesten stap voor stap aangepakt worden hetgeen meer tijd vergde dan men verwacht had. Het ziet er naar uit dat het nieuwe backendsysteem pas in de loop van februari 1985 operationeel zal worden.

Digitaal Continuum Backend (DCB).

De problemen met de "total power" calibratie bleken moeilijker op te lossen dan verwacht. Een drietal iteraties bleek nodig te zijn eer de specificaties werden gehaald. Het probleem werd door de A/D omzetter veroorzaakt. Deze modules (500 stuks) zorgen voor de digitisatie van de 5 MHz signalen in één of twee bit mode en ook voor het meten van de "total power" niveau's. Gebruikmakend van een gecalibreerde ruisstap en de gemeten niveau's kan men de versterking van het ontvangersysteem afleiden. De specificatie ligt op ca. 1% hetgeen betekent dat een stabiliteit van ca. 0,1% van de A/D omzetter-detectoren vereist is. Ten dele met het oog op de kosten werden de analoge detectoren te zamen bij de overige digitale circuits geïntegreerd naar een "slim" maar naar bleek kritisch ontwerp. Grote overspraken bleken aanwezig te zijn die vanwege hun sporadisch karakter moeilijk op te sporen en te elimineren waren. Dit lukte tenslotte medio 1984.

Very Long Baseline Interferometrie (VLBI) ontwikkelingen.

Breedband opteller.

De breedband-opteller zorgt in feite voor de verbinding tussen het Digitaal Continuum Backend en de Mark III VLBI recording terminal. Deze interface is zeer ingewikkeld hetgeen te wijten is aan het feit dat de SRT niet in de eerste plaats voor VLBI gemaakt is. Pas in april kon aan dit project meer mankracht besteed worden. 1984 is een jaar van intensieve constructiewerkzaamheden waarbij vóór de zomer nog een aantal ontwerpen uitgewerkt moest worden, o.a. het digitale residuele fringe gedeelte.

Eind 1984 zag het systeem er vergevorderd uit echter met nog een aanzienlijk stuk werk in het vooruitzicht. Er wordt gepoogd de breedband-opteller in het voorjaar van 1985 te voltooien.

Naast deze ontwikkeling is men ook begonnen aan de integratie van de Mark II en Mark III recording systemen tot een geheel. Deze stap is nodig voor het zo soepel en betrouwbaar mogelijk verrichten van VLBI waarnemingen.

Waterstof maser klok.

Voor VLBI metingen bij golflengten korter dan 18 cm, is, om de coherentie te waarborgen, een waterstof maser als frequentie standaard onontbeerlijk. Daarom werd begin 1983 een contract met Oscilloquartz, Neuchâtel, Zwitserland, afgesloten voor de levering van een waterstof-maser. Dit contract omvatte onder meer de levering van de "physics package" van de maser LSRH-H3, gemoderniseerd en aangepast aan onze eisen, om te worden samengebouwd met door RZM vervaardigde ontvanger-elektronica.

Na de acceptatietest in november 1983 is het "physics package" in het laboratorium van Oscilloquartz aan een duurproef onderworpen in afwachting van een stabiliteitstest ter plaatse met "onze" ontvanger-elektronica. Tijdens deze duurproef bleek dat de "waterstof ballon" in de resonator moest worden vervangen. Hierdoor ontstond zoveel vertraging dat de 6 cm VLBI meetperiode van maart-april 1984 niet met de eigen maser uitgevoerd kon worden, maar wij konden wel gedurende een maand de beschikking krijgen over de maser EFO-S1 van het Satelliten Beobachtungs Station in Wetzell (BRD). Hierdoor waren wij in staat de stabiliteit van onze eigen maser, mits deze snel in Westerbork geassembleerd werd, te meten door directe vergelijking met de EFO-S1.

Tijdens deze metingen kon de "Allan variantie" over 100 en 1000 sec (zie figuur 2.4.1.) worden bepaald. Ook kwam een te grote barometrische frequentieafhankelijkheid ($\frac{\Delta f}{f} = 14.10^{-14}$/mbar) aan het licht, welke anders nooit zou zijn gevonden. Nu kon door een kleine modificatie bij het ingangscircuit van de ontvanger dit euvel worden verholpen.

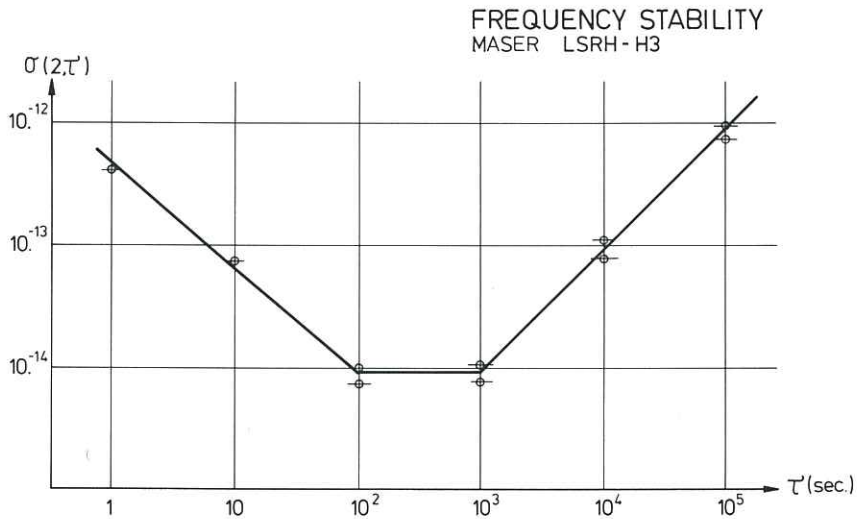


Fig. 2.4.1.

De frequentie stabiliteit van de waterstof maser wordt gekarakteriseerd door de Allan variantie $\sigma(2,\tau)$, voor verschillende tijdsintervallen. In de figuur zijn de resultaten van metingen verwerkt welke zijn gedaan in Neuchâtel (november 1983, ref.: maser OSA-H1) en Westerbork (april 1984, ref.: maser EFO-S1 en november 1984, ref.: tijdvergelijking met het Van Swinden Laboratorium).

The frequency stability of the hydrogen maser is characterized by the Allan variance $\sigma(2,\tau)$ for different time intervals. The picture yields the results of the measurements made in Neuchâtel (November 1984, ref.: maser OSA-H1) and Westerbork (April 1984, ref.: maser EFO-S1 and November 1984, ref.: time comparison with the Van Swinden Laboratory).

Middels de tijdvergelijking met het Van Swinden Laboratorium volgens de televisie synchronisatiepulsmethode is vanaf 1 november de over 24 uur (86400 sec) gemiddelde frequentie bepaald, zodat ook over dit interval de Allan variantie kon worden bepaald.

De gedeeltelijk provisorische assemblage van onze maser om van de aanwezigheid van de EFO-S1 te kunnen profiteren en de erop volgende metingen en experimenten tussen de VLBI perioden door, hebben de definitieve afbouw echter aanzienlijk vertraagd. Desondanks kon de maser bij alle VLBI metingen vanaf 14 mei 1984 worden ingezet. Zelfs bij de langste ononderbroken 6 cm meting van 25 minuten kon geen decorrelatie worden aangetoond. Begin 1985 wordt de maser geïntegreerd in het vernieuwde kloksysteem in Westerbork, terwijl tezelfdertijd de beëindiging van de afbouw van het systeem wordt verwacht.

VLBI processor.

In het kader van het voorstel voor een Europees VLBI data processing facility voor de jaren 1990 is een studie gemaakt voor een in Dwingeloo te bouwen processor. Dit heeft geleid tot een ontwerp voor een correlator-chip. De processor architectuur is ook in grote lijnen gedefiniëerd en eind december kwam een kostenschatting en een raming van de mankracht gereed.

Verbetering/modificaties aan de SRT.

Het omvangrijkste project op dit terrein is ongetwijfeld de vernieuwing van de signaleringsbekabeling van de 14 telescopen. In de loop van het laatste kwartaal kwam dit project gereed.

De instrumentmakerij is doorgegaan met het slijpen van de uurhoek-kwadranten van telescopen. Een drietal telescopen werd dit jaar onder handen genomen.

In december kwam eindelijk het meteopaneel gereed en kon dit in Westerbork in dienst worden genomen. Met deze apparatuur worden de volgende parameters gemeten: luchtdruk, vochtigheid, buitentemperatuur, windsnelheid en -richting. De meteogegevens zullen voortaan elke 10 seconden door de LSI computer uitgelezen worden, door de HP computer gemiddeld worden en opgeslagen. Door LINOBS kan dan een tijdafhankelijke refractiecorrectie bepaald worden.

Aan de uitbreiding van het equalizer-systeem ten behoeve van het parallel waarnemen met DXB en DCB is ook een aanvang gemaakt. De 5 MHz high pass filters werden bijvoorbeeld al ingebouwd.

Van het reserve SRT Locale Oscillator systeem naderde eind 1984 een groot gedeelte geheel of gedeeltelijk zijn voltooiing.

Tenslotte kwam in 1984 een ontwerp gereed voor een nieuw kloksysteem voor de SRT. Met de bouw daarvan is men al ver gevorderd.

2.4.3. Projecten ten behoeve van de UK/NL samenwerking.

UKIRT (United Kingdom InfraRed Telescope) ontvanger.

Tot onze grote spijt kon deze ingewikkelde ontvanger in 1984 nog niet afgeleverd worden. Integendeel, wij worden nog steeds geconfronteerd met tal van technische problemen. Toen bleek dat de streefdatum eind 1984 niet gehaald zou worden werd het hele project nog eens geïnventariseerd. De problemen van technische aard moeten zeker niet onderschat worden; ze moeten toegeschreven worden aan de complexiteit van het ontwerp.

De UKIRT ontvanger is een zeer ambitieus systeem waarbij op tal van terreinen nieuwe ontwikkelingen noodzakelijk zijn. Bij voorbeeld: de "remote controlled" hoogspanningsvoeding in aanbouw bij ESTEC wordt ongetwijfeld een primeur. Dichter bij huis: het frequentie/fase systeem voor het sturen van een carcinotron (Backward Wave Oscillator) op 350 GHz is zeker een grote uitdaging terwijl het maken van een gekoelde Schottky mixer-ontvanger met lage ruis voor 800 µm golflengte beslist niet een recht toe recht aan operatie is.

Behalve de hoogspanningsvoeding worden ook frontend- en backend-ontvangers op afstand, via controllers, bestuurd. Backshort en biasinstelling van mixers zullen via motoren en computer besturing ingesteld moeten worden. Het frontend alleen telt al 14 besturingsmotoren.

Pas tegen het eind van 1984 was RZM in staat een duurzaam gekoeld diode-contact te maken, terwijl aan de kant van de lokale oscillator zich nog serieuze problemen voordeden zoals bijv. het "phase locken" van de hoogspanningsvoeding (10 KV) over een kabellengte van 50 m.

In figuur 2.4.2. ziet men het UKIRT frontend zoals het er eind 1984 stond.

Maxwell Telescoop (MT) project.

In het kader van dit project heeft RZM een aantal contracten met het Rutherford/Appleton Laboratory te Chilton, UK, afgesloten. Het gaat in de eerste plaats om R & D (Research and Development) pakketten die in de loop van 1984, op één na, werden afgesloten. Zo kwam bijvoorbeeld medio 1984 de eerste 350 GHz mixer mechanisch gereed. In de daaropvolgende maanden werd een diode-contact aangebracht en werden ruistemperatuurmetingen uitgevoerd. Het mixerblok voldoet niet volledig aan de gestelde mechanische toleranties en is zodoende ongeschikt voor koeling tot cryogene temperaturen. In december 1984 werd in de instrumentmakerij met de bouw van een tweede versie begonnen.

Het onderzoek naar een geschikte frequentieverdubbeler bij 350 GHz werd ook voltooid met het uitbrengen van de meetresultaten aan een vijftal modellen.

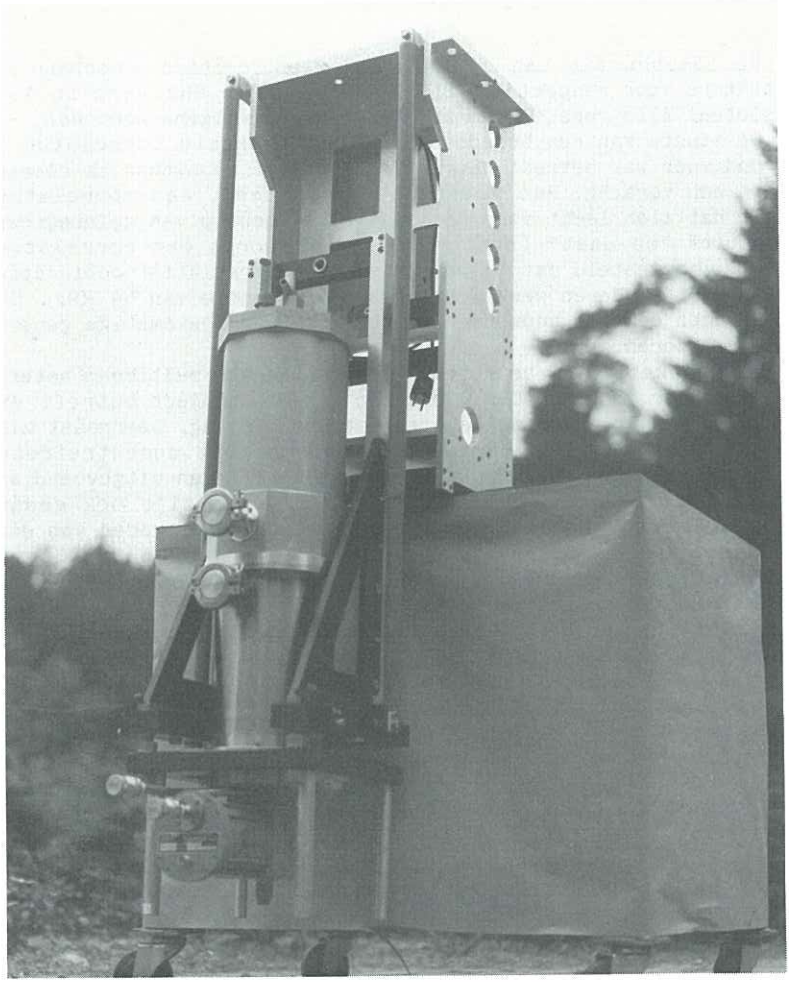


Fig. 2.4.2.

Het frontend van de UKIRT common user ontvanger. De cryostaat staat afgebeeld in de vul-stand. In bedrijf wordt de cryostaat omhoog getrokken. De motor van de closed-cycle koeler is zichtbaar aan de onderkant. De twee cryostaat openingen zijn bestemd voor de aandrijfassen van de backshorts voor de 350 GHz mixer en de 690 GHz bolometer.

The frontend of the UKIRT common user receiver. The cryostat is in the refill-position. In operation the cryostat is moved upward. The cold end for the closed-cycle refrigerator is visible at the bottom. The two openings in the cryostat-wall are meant for the axes of the drives of the backshorts for the 350 GHz mixer and the 690 GHz bolometer.

De constructie van de twee maal vier koelbare breedband FET versterkers voor respectievelijk 5 GHz en 1,5 GHz werd in 1984 afgesloten. Alle versterkers zijn afgeleverd volgens contract.

De studie van een breedband (1 GHz) digitale correlator is afgerond voor wat betreft het contract en het resultaat is neergelegd in een verslag. Het voorstel specificeert een correlatorcircuit dat zich leent voor realisatie met behulp van geïntegreerde circuits "op maat" (custom IC's). Er wordt een correlatorcircuit voorgesteld dat 16 punten van een correlatiefunctie berekent in 2 bit mode en werkt op een klokfrequentie van 64 MHz. Dit circuit moet ook als bouwsteen dienen voor een toekomstige generatie correlatoren.

Werkpakket no. 5 betreft de studie van een multibeam heterodyne ontvanger voor 350 GHz. Deel één van dit project betreft een feasibility study en is afgesloten met een verslag. Daarnaast zijn proeven genomen met netwerk-componenten voor het desbetreffende golflengtegebied. Zo zijn bijvoorbeeld metingen uitgevoerd aan geëlektroformeerde en gesneden golfpijpen. Tests zijn ook gedaan om tot accurate aluminiumtralies te komen. In het kader van deze studie is ook een cross-guide coupler ontworpen en op 26 GHz (op schaal dus) getest. Deze coupler zorgt voor de verdeling van het uitgangsvermogen van de -350 GHz- lokale oscillator over 5 parallel "kanalen". De "kanalen", in feite golfpijp stukken, leiden naar de 350 GHz detectoren.

Na de zomer ontving RZM van de MT Receiver Working Group (MT-RWG) een "announcement of opportunity" voor de constructie van MT ontvangers. RZM heeft voorgesteld een frontend op 350 GHz en de 1 GHz digital correlator te bouwen. De daarvoor benodigde mankracht komt dan ter aflossing van de verplichte inbreng aan mankracht zoals gespecificeerd in het UK/NL samenwerkingscontract. Eind december werd RZM gevraagd het IF systeem voor de MT voor haar rekening te nemen. Het ziet er naar uit dat het frontend-voorstel zal vervallen ten gunste van de correlator. In dat geval zal de UKIRT ontvanger in een later tijdstip dienst doen bij de MT.

De bemoeienissen van RZM met de thermische berekeningen aan de telescoop zijn nog niet ten einde. In 1984 werd het thermische model aanzienlijk uitgebreid om rekening te houden met temperatuurgradiënten in de "backing structure" en het "subframe". Uit deze model-simulaties zijn temperatuurverdelingen verkregen als funktie van de tijd die gebruikt werden voor deformatie-analyses (bij RAL). Dit heeft geleid tot een prognose voor het gedrag van de telescoop in de loop van een 24-uurs periode voor zowel zomer als winter. Alhoewel de telescoop binnen de 25 μm specificaties blijft voor een grote fractie van de tijd wordt toch nog gepoogd de situatie te verbeteren door de thermische effecten beter te begrijpen en daarna gedeeltelijk te neutraliseren. In figuur 2.4.3. ziet men de vervorming om 6 uur 's middags van de telescoop als gevolg van temperatuur-gradiënten.

RZM is ook betrokken geweest bij de definitie door de Receiver Working Group van de "MT commissioning" en "day one" ontvanger

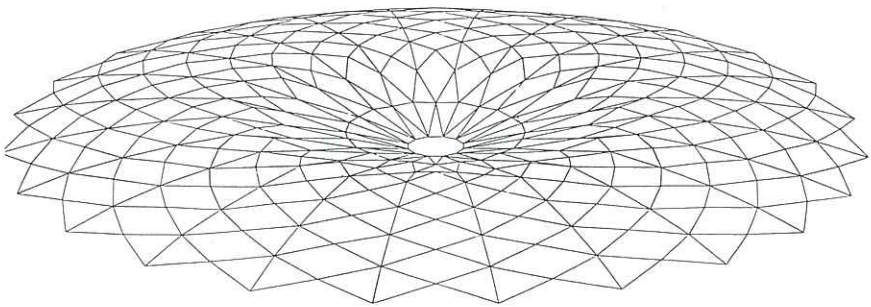


Fig. 2.4.3.
Vervormingspatroon van de millimeter telescoop om 06.00 uur als gevolg van uitsluitend thermische gradiënten. De temperatuurverdeling is verkregen middels het simulatie-programma ESACAP toegepast op een door RZM uitgewerkt thermisch model van de telescoop. De figuur geeft de afwijking van de reflector ten opzichte van de best fit aan. De rms waarde in dit voorbeeld bedraagt ca. 20 μm.

Deformation pattern of the millimeter telescope at 6 AM as a result of thermal gradients. The temperature distribution has been calculated using the simulation program ESACAP and a thermal model of the telescope developed at NFRA. The picture gives the deformations with reference to the best fit. The rms value for the case shown is 20 μm.

pakketten. RZM is ook verantwoordelijk voor de definitie van de infrastructuur voor de ontvangers.

Het vervaardigen van onderdelen voor sub-mm-ontvangers.

Het ontwerpen van ontvangers voor een golflengte van minder dan één millimeter stelde de instrumentmakerij voor geheel nieuwe problemen. Na oriënterende bezoeken aan enige laboratoria die op verwant terrein bezig zijn (er zijn er overigens maar heel weinig) konden ideeën gevormd worden over de toe te passen werkwijzen. Een ideale, doeltreffende en snelle methode is er nog nergens.

Het bleek noodzakelijk nieuwe technieken in huis te halen en deze met bescheiden middelen en mankracht onder de knie te krijgen. Om een indruk te geven van deze technieken en de moeilijkheden die bij het toepassen en verder ontwikkelen hiervan werden ondervonden, volgt een korte beschrijving van het vervaardigen van een mixer voor 350 GHz. Deze mixer is schematisch weergegeven in fig. 2.4.4. Goed beschouwd niet meer dan enkele blokjes koper met uithollingen en doorlopende gaten. Eén van deze gaten, aangeduid met HGP, is een hoorn-golfpijp, met rechthoekige doorsnede (zie de detailtekening in figuur 2.4.5. en let op de afmetingen, te realiseren op 5 µm (0,005 mm) nauwkeurig).

Dergelijke golfpijpen worden gemaakt volgens de elektroformeermethode. Hiervoor wordt eerst een "negatief" geslepen van roestvrij staal: een soort naald met de inwendige afmetingen van de golfpijp. Dit "negatief" wordt vervolgens gepassiveerd en galvanisch verguld (1 µm) en dik verkoperd. Als de laag koper dik genoeg is (na 5 à 6 dagen) kan het "negatief" er uitgetrokken worden en resteert de golfpijp in een stuk koper dat nu op maat gebracht kan worden om in het werkstuk te worden ingepast. Het heeft heel wat tijd gekost om deze techniek meester te worden.

Het slijpen van de "negatieven" op de voor dit doel aangeschafte speciale slijpmachine kostte aanvankelijk veel tijd en ging dikwijls met mislukking gepaard. De kleine afmetingen, de gewenste nauwkeurigheid en vooral de tegenover elkaar liggende hellingen van de hoornvorm leverden schier onoplosbare problemen op, waarvoor allerlei hulpstukken werden bedacht en geprobeerd; de magnetische hechting op de slijptafel was wegens de geringe afmetingen van het werkstuk dikwijls onvoldoende, zodat het werkstuk er af vloog en een werk van dagen verloren ging. Een instrumentmaker heeft beide problemen opgelost door op het idee te komen met een geschikte kit te werken. Dit betekent een grote besparing aan tijd en irritatie.

Ook het verkoperen heeft veel problemen opgeleverd. De samenstelling van het bad, de reinheid van de werkruimte, de temperatuur, enz. moeten aan strenge eisen voldoen. Een voortdurende, strikte controle is noodzakelijk. Aan de hand van computertabellen moet de stroomsterkte gevariëerd worden naar de groei van het werkstuk. Asymmetrische aangroei van de koperlaag kan leiden tot

350 GHz Y-BAND MIXER

Dimensions in mm

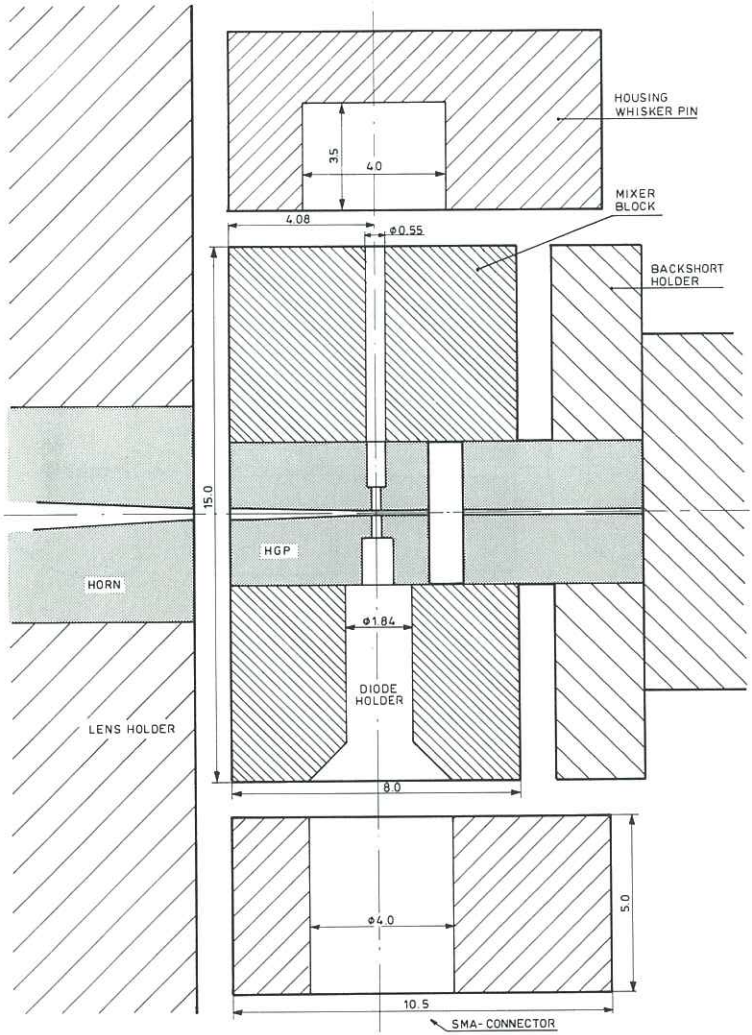


Fig. 2.4.4.

Schets van 350 GHz Y-band mixer. HGP is een hoorn-golfpijp met rechthoekige doorsnede, volgens de detailtekening in fig. 2.4.5.

Draft of 350 GHz Y-band mixer. HGP is a rectangular cross-section horn-waveguide, depicted in detail in fig. 2.4.5.

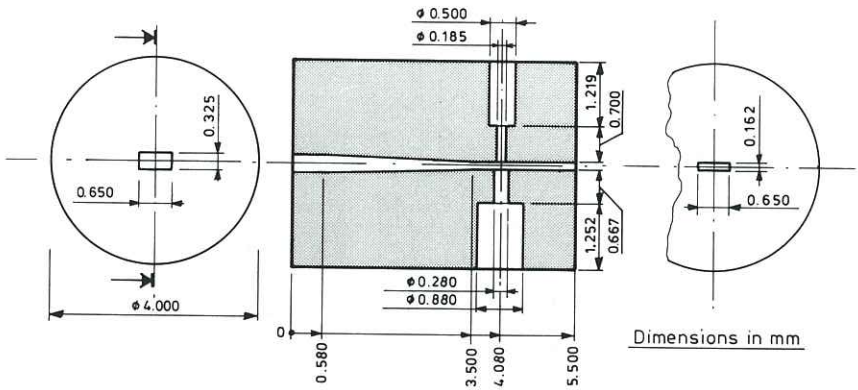


Fig. 2.4.5.
Werktekening van de hoorn-golfpijp HGP (fig. 2.4.4.), te vervaardigen volgens de beschreven elektroformeermethode.
Working-drawing of the horn-waveguide HGP (fig. 2.4.4.), to be manufactured following an electrolytic formation method.

kromtrekken van het werkstuk. Dat soort problemen moest worden opgelost. Voor een en ander moest de nodige apparatuur worden gekocht, of bedacht en gemaakt.

Voor het uittrekken van een "negatief" is een speciaal hulpstuk ontwikkeld. Het oppervlak van een "negatief" moet perfect glad zijn en zorgvuldig gepassiveerd, zodat na het uittrekken de binnenwanden van de golfpijp een gladde goudlaag vormen. Microscopisch kleine ongerechtigheden kunnen grote moeilijkheden geven bij het uittrekken en leiden tot ontoelaatbare beschadigingen in de golfpijpwand. Een onderzoek naar de mogelijkheid van "negatieven" die door etsen kunnen worden verwijderd ligt in de bedoeling.

Zoals uit de figuren blijkt moeten in het werkstuk gaten geboord worden (bijv. 0,185 mm diameter) loodrecht op de golfpijp op uiterst nauwkeurig bepaalde plaatsen. Hiervoor is eigenlijk een speciale boormachine (hoog toerental, precisie-instelling) nodig. In verband met de kosten hiervan wordt deze bewerking m.b.v. de freesmachine gedaan.

De in figuur 2.4.6. weergegeven "Y-band RF choke" met diodehouder is rotatiesymmetrisch en kan gedraaid worden. Ook hierbij gaat het om erg kleine afmetingen (bijv. 0,070 mm diameter); in verband hiermee is een precisiedraaibank aangeschaft, waarop een microscoop met ingebouwde micrometer is gemonteerd. De voor dit draaiwerk benodigde snijbeiteltjes (bijv. 0,1 mm) moeten zelf gemaakt worden. Voortdurend meten is noodzakelijk, waarbij de meetapparatuur regelmatig wordt geijkt met speciale ijkplaatjes. Als de onderdelen gereed zijn volgt tenslotte de montage, die grote zorgvuldigheid vereist: nauwkeurige fixatie met paspennen waarbij een meetmicroscoop een grote rol speelt.

Bij het aanleren en verder ontwikkelen van de beschreven technieken is het geduld van alle betrokkenen, in instrumentmakerij en laboratorium, dikwijls zwaar beproefd en kon het werken in een sfeer van druk en ergernis niet altijd voorkomen worden.

Nochtans zijn er in een jaar tijd grote vorderingen gemaakt en kan de toekomst op dit terrein met redelijk optimisme worden tegemoetgezien.

4,2 m WHT (William Herschell Telescoop) CCD controllers.

Na afsluiting van het basisontwerp in 1983 heeft het CCD controllerproject in 1984 concrete vorm gekregen. Naast de bouw van de prototype CCD controller uit het UK/NL budget is een testopstelling gerealiseerd die gedeeltelijk uit eigen middelen is gefinancierd. Tenslotte is geheel op eigen initiatief een Peltier gekoelde CCD camera gebouwd waarin een Thomson chip gebruikt wordt.

Een CCD is een vaste stof beeldsensor opgebouwd uit een matrix met 576 lijnen en 384 kolommen van ladingsgekoppelde fotoelementen van 0,023 bij 0,023 mm, waarin per twee geabsorbeerde fotonen ongeveer een elektron wordt vrijgemaakt. Deze detector is

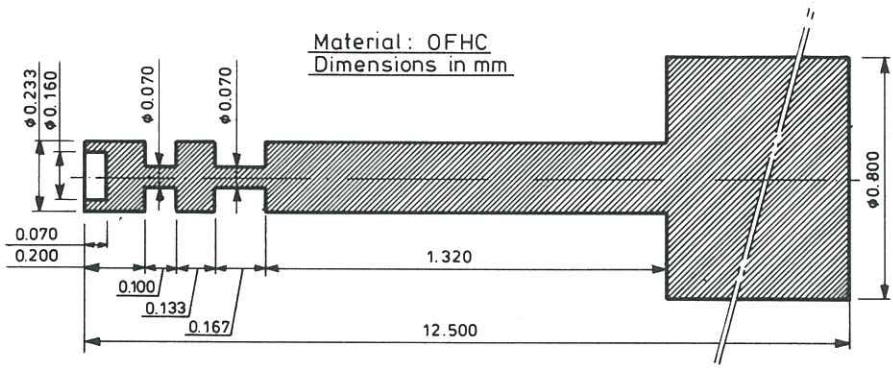


Fig. 2.4.6.
Deze structuren worden gedraaid op een precisie-draaibank (Schaublin) met behulp van zelfgemaakte beiteltjes. Vereiste nauwkeurigheid ± 5µm.
Such structures are being machined on a precision lathe (Schaublin) using tiny home-made tools. Required accuracy ± 5µm.

ontwikkeld voor gebruik in een TV camera waarbij de helft van de CCD belicht wordt en de andere helft in 20 ms wordt uitgelezen. Voor deze uitlezing wordt een set kloksignalen gebruikt waardoor de lading in alle kolommen tegelijk regel voor regel naar het seriële register wordt getransporteerd. Met een tweede set kloksignalen worden de elektronenpakketten per element naar de uitgangstransistor geschoven, waar een uitgangssignaal ontstaat van ca. 0,8 µV per elektron. Om deze elektronen nagenoeg individueel te detecteren, wordt voor astronomisch gebruik de CCD gekoeld, en het ladingstransport zo efficiënt mogelijk gedaan door de kloksignalen te optimaliseren. Bovendien moeten onder- en bovenniveau van de kloksignalen met een amplitude van ca. 10 V en een stijg- en daaltijd van ca. 0,3 µs nagenoeg ruis- en storingsvrij zijn om via de onvermijdelijke koppeling tussen schuifregisterelektroden en uitgangstransistor een effectief storingsniveau kleiner dan 1 µV te verkrijgen.

De CCD controller bestaat uit een G64 bus met 6809 microprocessor, geprogrammeerd in FORTH, en een aantal digitale kaarten. De sequencer genereert de klokpatronen en de AD omzetter digitaliseert het signaal dat in een buffer wordt opgeslagen en via een data module door een extern systeem uitgelezen wordt. Deze digitale kaarten zijn, waar nodig galvanisch gescheiden, verbonden met analoge kaarten, zoals de clockdrivers, waar de juiste golfvorm onder software-controle gegenereerd wordt. Voor het testen worden speciale programma's op de microprocessor van de controller gedraaid.

Voor het testen van de communicatie software is een testopstelling ontwikkeld, gebaseerd op een 4 MS controller betrokken van RGO. Dit systeem is eveneens op een G64 bus gebaseerd en is met graphics display modules en een RGB monitor uitgebreid tot een FORTH geprogrammeerd display systeem voor 5 bit beelden van 512x512 elementen.

Alle onderdelen zijn dit jaar gereed gekomen en getest. De systeemintegratie zal begin 1985 plaatsvinden evenals de afname tests bij RGO.

TV systeem.

Er wordt van RGO zijde op gerekend dat RZM de bouw van het TV systeem voor de 4,2 m Herschell telescoop voor zijn rekening neemt. Vanwege vertragingen bij het vastleggen van de specificaties bij RGO zal pas in 1985 met deze ontwikkeling een aanvang gemaakt kunnen worden.

Onze werknemers in het buitenland.

Zoals in de inleiding is genoemd, heeft een aantal laboratorium/CTD technici werkzaamheden op La Palma of RAL uitgevoerd.

Y.J. Koopman keerde in augustus terug na een verblijf op La Palma waar hij onder andere een elektronisch aandrijfsysteem ontwierp, maakte en afregelde voor de TV "finder filter wheel" en de secondaire spiegel besturing. Hij is ook betrokken geweest bij werkzaamheden aan de Cassegrain turntable en het platform.

In september arriveerde op La Palma H.E.J. de Graaf die daar tewerkgesteld is. De Graaf heeft in Nederland een opleiding bij Perkin Elmer kunnen volgen om zodoende op La Palma voor de computers te kunnen zorgdragen.

Bij RAL waren in 1984 twee medewerkers uit Dwingeloo werkzaam. J. Dekker maakte o.a. ontwerpen voor flexibele kabelverbindingen voor de millimeter telescoop. R.J.H. van 't land heeft de verantwoordelijkheid gekregen bij RAL voor de hele bekabeling op de millimeter telescoop.

Naast de uitzending voor "lange" termijn hebben de Engelsen een beroep gedaan op een aantal van onze technici voor kortere perioden. In het kader van de zogenaamde "fire brigade" werkzaamheden hebben Buiter (tweemaal), Koopman en Riemers elk een 3 à 4 weekse periode op La Palma doorgebracht. Buiter is in die tijd o.a. betrokken geweest bij de door hem ontwikkelde interface voor het door een microprocessor bestuurde intercomsysteem dat hij ter plaatse testte en installeerde. In zijn tweede bezoek heeft hij o.a. gewerkt aan de zgn. Quick Motion Servo Amplifiers voor de INT die aan verbetering toe waren. Het doel van het bezoek van Koopman en Riemers was meer inzicht te krijgen in de problemen rond de overspraken in het telescoopsysteem (INT). Ze zijn er in geslaagd een aantal aardlussen, te lange verbindingen en foutieve verbindingen te achterhalen en te veranderen. Hun conclusies omtrent de overspraken hebben ze in een gedetailleerd verslag vastgelegd.

2.4.4. Diverse ontwikkelingen.

Van het begin af heeft RZM gebruik gemaakt van de mogelijkheden geboden door microprocessors, in het algemeen, voor controller-doeleinden. Teneinde onze voorzieningen op dit gebied te moderniseren werd besloten een aantal Eurokaarten te ontwikkelen, gebaseerd op een busstandaard (G64). Het gaat om standaardkaarten voor controles, display, DMA, IEEE488 interface, synthesizer, etc. Tegen het einde van het jaar was een aantal van deze kaarten gereed.

Het ontwikkelen van deze kaarten, en andere, werd aanzienlijk versneld door de aanschaf begin 1984 van een printed circuit ontwikkelingssysteem van MICRON. Tot dan werd een te groot percentage van de werktijd van een aantal technici opgeslokt door het zeer tijdrovende plakken van printen. Het ontwikkelsysteem bevat een 20 Mbyte Winchester en een floppy disc drive voor het maken van backups terwijl de floppy's met printgegevens naar de printleverancier verstuurd worden.

2.4.5. Verdeling van de werktijd over de projecten.

In 1984 bestond de personeelsbezetting van het laboratorium en de CTD uit 52 medewerkers waarvan gemiddeld 4 praktikanten en 2 WV medewerkers.

Afwezigheid wegens verlof kostte 12% van de bruto werktijd, wegens ziekte 4,7%; aan de algemene leiding van beide afdelingen werd 4,8% besteed en aan stafvergaderingen, conferenties, literatuurstudie enz. 3,3%.

De netto, rechtstreeks aan de projecten en vaste diensten te besteden werktijd bedroeg ca. 9800 mandagen.

De procentuele verdeling hiervan was als volgt:

1. Bouw en onderhoud electronische waarneemapparatuur		24,7%
a. Frontend-ontvangers Westerbork o.a. de tweede retrofit van de 21 cm ontvangers en wijzigingen aan de 92 cm frontends	7,8%	
b. DXB (uitbreiding digital line backend)	4,2%	
c. DCB (digital continuum backend)	0,8%	
d. VLBI (very long baseline interferometry) o.a. de Mark III adder interface en de waterstofmaser	8,7%	
e. WSRT diversen o.a. monitoring, meteopaneel, LO systeem, equalizer uitbreiding	2,1%	
f. Onderhoud cryogene installaties	1,1%	
2. Ontwikkeling van nieuwe systemen en ontvangers		15,1%
a. DXB	1,9%	
b. VLBI o.a. de integratie Mark II-Mark III	5,2%	
c. Cryogeen ontwikkelingswerk	1,1%	
d. Diverse projekten o.a. studie van printontwerpsystemen PAL ontwerpfaciliteit microprocessor-ontwikkelingen electroformeertechnieken onderzoek nieuwe generatie 21 cm ontvangers	6,9%	
3. UK/NL samenwerking		36,5%
a. UKIRT sub mm ontvanger	6,7%	
b. La Palma optische teleskopen o.a. CCD controller project TV systeem	10,2%	
c. Mm teleskoop projekten o.a. mixer ontwikkeling studie thermisch model bekabeling en inrichting van de teleskoop	8,1%	
d. Mm en optische ontwikkeling Dit omvat ontwikkeling van quasi optische	11,5%	

componenten zoals geëlektroformeerde golf-pijpjes, lenzen, hoorns, golfpijpovergangen etc.

4. Voorzieningen teleskopen 4%

a. Onderhoud en modificatie Westerbork teleskopen o.a. slijpen van de uurhoekkwadranten en nieuwe ontvangerbekabeling. 3,8%

b. Onderhoud Dwingeloo teleskopen 0,2%

5. Vaste diensten 19,7%

Dit omvat computeronderhoud, instrumentatie, printfabricage, technisch tekenen, offsetdruk, magazijn, technische documentatie, assistentie beheer gebouwen, fotografie, publieksvoorlichting en praktikantenzorg.

2.5. Astronomengroep.

2.5.1. Algemeen.

De samenstelling van de groep astronomen onderging dit jaar grote veranderingen. De drie tijdelijke leden van deze groep beëindigden allen hun dienstverband. S.G. Neff vertrok in februari naar het U.S. Naval Research Laboratory in Washington, D.C. waar zij haar onderzoek m.b.v. VLBI technieken zal voortzetten. R.J. Hanisch vertrok in april naar het Space Telescope Science Institute in Baltimore alwaar hij een positie binnen de software ontwikkelingsgroep betrok. J.S. Albinson tenslotte, vertrok in augustus naar de University of Keele in Engeland op een SERC-fellowship. Binnen de astronomengroep worden zij opgevolgd door G.D. Watt, E.D. Skillman en A.R. Foley. Watt, afkomstig van UMIST in Manchester, is gespecialiseerd in theorie en waarnemingen van moleculaire lijnen in het mm en sub-mm golflengte gebied. Zijn komst naar Dwingeloo houdt direct verband met het streven van de Stichting om op mm-golflengte naast technische ôòk astronomische ervaring op te bouwen. Hij begon zijn werk per 1 oktober. Skillman's expertise ligt op een meer vertrouwd gebied, nl. dat van radio continuum en HI waarnemingen m.b.v. apertuur synthese instrumenten. Dit zal hij in Dwingeloo voortzetten, eventueel aangevuld met optische waarnemingen. Hij komt van de University van Washington te Seattle waar hij in oktober zijn Ph.D. behaalde, Skillman begon zijn werk bij de Stichting in begin november. Foley, werkzaam op de Leidse Sterrewacht op een Royal Society Fellowship, zal per 1-1-1985 in dienst treden. Zijn belangstelling en werkzaamheden liggen op het gebied van compacte radiobronnen en VLBI.

De belangrijkste taken van de leden van de astronomengroep zijn het doen van onderzoek en het onderhouden van een liaison met de astronomische buitenwereld. Een verslag van hun onderzoeksinspanningen valt te lezen in sectie 3.1. De resultaten van hun onderzoek worden gepubliceerd in internationale tijdschriften (zie appendices E.1. en E.2.) en gerapporteerd op conferenties, workshops, colloquia en andere lezingen (zie E.3., E.7. en E.8.). Over de liaison functie vindt U hieronder een beschrijving.

Naast de hierbovengenoemde werkzaamheden gaat een klein deel van de tijd van vooral de drie vaste leden van de groep op aan werk in commissie verband (bijv. programma commissies) en het refereren (op verzoek) van wetenschappelijke artikelen voor astronomische tijdschriften en voorstellen voor waarneemtijd op nationale en internationale faciliteiten.

Door de tijdelijke afslanking van de astronomengroep zijn er dit jaar aanmerkelijk minder astro-thee bijeenkomsten geweest. Een uitzondering hierop vormden de lezingen van bezoekende buitenlandse astronomen. Ook dit jaar zijn er weer vele astronomen voor perioden die uiteenliepen van één dag tot twee weken in Dwingeloo

op bezoek geweest. Twee bezoekers verbleven gedurende langere tijd. Van februari tot eind mei was Mary Stevens van de Universiteit van California te Berkeley in Dwingeloo om te werken aan 327 MHz metingen van een galactisch vlak survey. Dr. Stanislaw Zieba van de Universiteit van Krakow in Polen verbleef in Dwingeloo gedurende april en mei om te werken aan redundantie metingen op 6 cm van heldere compacte radiobronnen.

2.5.2. Contacten met astronomen buiten de Stichting.

Een belangrijke functie van de leden van de astronomengroep blijft de liaison met universitaire gebruikers. Deze functie kreeg op een aantal manieren gestalte. Zo brachten een aantal leden van de groep regelmatige werkbezoeken aan de Sterrenwachten te Leiden en Groningen, waar de meeste gebruikers van Stichtings-instrumenten en -faciliteiten werkzaam zijn. Door middel van lunch-praatjes en colloquia werd regelmatig over recente ontwikkelingen in Dwingeloo en Westerbork gerapporteerd. De werkbezoeken werden meestal gecombineerd met de reductie van astronomische data op de universitaire beeldverwerkingssystemen en computers. Veel van de onderzoeksprojecten van de Stichtingsastronomen gebeuren in samenwerking met studenten, promovendi en stafmedewerkers aan de universitaire instituten. Een groeiende hoeveelheid tijd van de vaste astronomen ging dit jaar naar de begeleiding en samenwerking met, vooral Leidse, studenten en promovendi.

Een relatief kleine en geïsoleerde groep astronomen loopt de kans om het contact met internationaal frontlinie onderzoek te verliezen. Naast de hierboven genoemde nationale contacten zijn de bezoeken aan internationale conferenties (zie E.8.) dan ook van groot belang geweest. Ook de waarneemreizen (bijv. naar de VLA) en werkbezoeken bij buitenlandse collega's waren in dit verband nuttig. Daarenboven worden Nederlandse en buitenlandse sterrenkundigen aangemoedigd om voor kortere of langere tijd naar Dwingeloo te komen. De verdere ontwikkeling van een compleet, gebruikersvriendelijk, reductiepakket voor WSRT waarnemingen die dit jaar gestalte kreeg heeft daar duidelijk een positieve invloed op gehad (zie 2.5.3.B.).

2.5.3. Dienstverlenende taken.

A. Preprints en reprints.

De administratie en het toezicht op de productie van preprints was tot augustus de verantwoordelijkheid van Albinson. Daarna heeft de Bruyn deze taak weer overgenomen. In totaal werden in 1984 24 preprints geproduceerd. Het betreft hier voornamelijk artikelen gebaseerd op, of direct verband houdend met, WSRT waar-

nemingen, maar ook optische en andere artikelen van de Stichtingsastronomen worden via dit systeem gedistribueerd. In 1984 werden ook vijf astronomische proefschriften, gebaseerd op WSRT waarnemingen, gedistribueerd. Verder verschenen er twee lijsten van astronomische reprints die, op verzoek, naar zo'n 200 astronomen over de gehele worden toegestuurd. Gemiddeld komen er 50 reacties per reprint.

B. WSRT gerelateerde werkzaamheden.

Zoals ook elders in dit jaarverslag uitvoerig is vermeld stonden de reductie en calibratie van de eerste 3 maanden WSRT waarnemingen op 327 MHz dit jaar op de voorgrond. Vanuit de astronomische kant gezien zijn de amplitude en fase calibratie, het haalbare dynamisch bereik en de instrumentele polarisatie eigenschappen de belangrijkste aspecten. De Bruyn en Strom zijn elk bij de problematiek rondom deze zaken betrokken geweest.

De grootte van de gesynthetiseerde bundel op 327 MHz, ca. 3°5 diameter, heeft tot gevolg dat achtergrond bronnen in grote aantallen en met relatieve flux dichtheden oplopend tot 10% van de centrale calibrator, de amplitude en fase calibratie verstoren. Hier valt echter met grote nauwkeurigheid voor te corrigeren als de velden rondom de calibrators in kaart gebracht zijn. De Bruyn, in de beginfase geassisteerd door vier radioprakticum studenten uit Leiden en Groningen heeft dit voor de volgende calibratiebronnen gedaan: 3C48, 147, 196, 286, 295, 380 en 409. Ook de relatieve flux calibratie van deze bronnen heeft de nodige aandacht gekregen.

Strom, in samenwerking met Raimond, heeft zich uitvoerig bezig gehouden met de polarisatie calibratie op 327 MHz die t.g.v. de beslissing om met parallelle dipolen te meten gevoeliger is geworden voor instrumentele effecten. Om redenen die verband houden met redundantie calibratie zal in de toekomst nu op alle frequenties met parallelle dipolen gemeten worden. Het werk aan de 327 MHz polarisatie calibratie zal dan ook van groot nut blijken te zijn.

Het grote rendement, in termen van systeem-monitoring, efficiëntie, kaart-gevoeligheid en dynamisch bereik, dat voortvloeit uit het meten van alle redundante basislijnen heeft grote consequenties (gehad) voor de reductie en calibratie van WSRT waarnemingen. Een nieuw software pakket, gebaseerd op de fundamenten van Noordam's Jeeves-pakket, is dit jaar door Brouw verder ontwikkeld in nauw contact met de Bruyn. Het pakket, dat aansluiting met standaard reductie software heeft, mag zich in een stijgende populariteit van de universitaire gebruikers verheugen. Totdat een gebruikersvriendelijke gids (Kookboek) klaar is, waaraan door de Bruyn gewerkt wordt, kunnen astronomen met assistentie van hem, en in mindere mate, Strom van dit pakket gebruik maken.

In mei werd het achtste WSRT Gebruikersberaad gehouden. Dit beraad, dat gemiddeld eens in de 1,5 jaar gehouden werd, trok een groot aantal deelnemers (ca. 50) naar Dwingeloo. De organisatie was in handen van Strom. Een verslag en lijst van aanbevelingen, respectievelijk conclusies, werd door Strom geschreven en aan alle deelnemers toegestuurd.

C. VLBI werkzaamheden.

Er waren dit jaar wederom vijf waarneemperioden van het Europese VLBI Netwerk. De organisatie en calibratie van deze waarneemperioden was in handen van Schilizzi. De eerste twee perioden werden, bij afwezigheid van Schilizzi, begeleid door Strom terwijl Foley assisteerde bij de laatste twee perioden.

De nachtwacht in Westerbork tijdens deze perioden wordt nu grotendeels met assistentie van universitaire radiopraktikanten gedaan.

Schilizzi, die voorzitter is van de Programma Commissie van het Europese VLBI Netwerk (EVN), bezocht drie vergaderingen van dit lichaam. Als voorzitter schreef hij een samenvattend rapport over 4 jaar EVN resultaten, alsmede statistieken van allerlei aspecten van de VLBI operaties. Dit rapport is besproken op de Direkteurenvergadering in Wenen in juni 1984. Samen met Bos schreef hij een voortgangsrapport over de voorgestelde RZM nieuwe-generatie VLBI correlator, ter bespreking op diezelfde vergadering. Tegen het einde van het jaar kwam een eerste versie gereed van een plan voor de bouw van zo'n correlator en de contouren van de operatie van een netwerk-correlator centrum.

In juni 1984 werd de NASA-ESA QUASAT workshop gehouden in Wenen. Als co-voorzitter betekende dit veel organisatorisch werk voor Schilizzi.

D. Diversen.

Enige jaren geleden is onder leiding van Casse een nauwkeurig astronomisch positie meetsysteem voor de astronomengroep gebouwd. De software en gebruikers handleiding hiervoor zijn door Hanisch bijgehouden en, aan het begin van het jaar, omgezet voor gebruik op de VAX 11/780. Het is een efficiënt en nauwkeurig systeem dat ook onder universitaire gebruikers populair is. Vlak voor zijn vertrek werkte Hanisch ook nog aan een modificatie van WSLOD, een AIPS-programma waarmee overal ter wereld WSRT data kunnen worden ingelezen in een VLA-style UV dataset. Een uitbreiding en updating van dit programma lijkt gewenst. De functie van AIPS-manager in Dwingeloo is in de loop van het jaar van Hanisch, via van der Hulst overgegaan naar Skillman.

Het in het vorig jaarverslag al aangekondigde Inter-Academiaal College voor kandidaats-studenten sterrenkunde kreeg gestalte

in de maanden februari tot en met mei. De organisatie was in handen van de Bruyn. In totaal verzorgden de Bruyn, van der Hulst, Schilizzi en Strom 12 uur college over actieve kernen, supernovae en hun resten en VLBI waarnemingen. Ook apertuur synthese en VLBI-technieken werden in het kort behandeld.

2.5.4. Het IRAS project.

Als lid van het wetenschappelijk team (JISWG) heeft Raimond dit jaar mede verantwoordelijkheid gedragen voor het verwerken van de enorme stroom IRAS gegevens tot de catalogie, waarvan het grootste deel in november 1984 voor algemeen gebruik beschikbaar is gekomen. Samen met Lugtenborg en Olnon (Leiden) was hij speciaal verantwoordelijk voor de productie van de IRAS Catalogus van Lage Resolutie Spectra. In het begin van het jaar is hij enkele malen voor korte tijd en in de zomer en het najaar tweemaal voor langere perioden op het Jet Propulsion Laboratory te Pasadena geweest voor het begeleiden van de gegevensverwerking, voor het uitwerken van calibratie procedures en tenslotte voor het selecteren van een betrouwbare groep spectra voor de catalogus. Met de productie van de catalogi is een eind gekomen aan de formele bemoeienis van RZM met het IRAS project. Zie ook paragraaf 2.3.9. (Computergroep).

2.6. Algemene Zaken / Het Bureau.

2.6.1. Algemeen.

De hoofdtaken van het Bureau bestaan uit het beleidsondersteunende en -uitvoerende werk voor het bestuur en de directie; het secretariële werk voor het bestuur, de directie en de andere afdelingen van de Stichting; het voeren van een personeelsbeleid en -beheer in overleg met Z.W.O. en van een inkoop- en financiële administratie; de activiteiten die samenhangen met het uitzenden van personeel in de UK/NL samenwerking; het beheer van de Radiosterrenwacht te Dwingeloo.

Daarnaast werd de nodige aandacht geschonken aan het afronden van het functiewaarderingsonderzoek, de aanschaf van grond en het laten bouwen van een huis op La Palma en aan de verzorging van o.a. het internationale colloquium gehouden in Dwingeloo i.v.m. de 70e verjaardag van Prof.Dr. A. Blaauw.

In verband met de ontslagname van enkele getrouwen heeft het secretariaat thans een drietal nieuwe gezichten.

2.6.2. Personeelszaken.

Het tweejaarlijkse functiewaarderingsonderzoek, dat in het laatste kwartaal van 1983 was gestart, is in het begin van 1984 afgerond met het vaststellen van een aantal bevorderingen. Mevr. J.E.R. Aldenhuijsen zorgde voor de inbreng van de afd. Personeelszaken van Z.W.O. hierin.

Aan het einde van het verslagjaar werd een begin gemaakt met het voeren van de evaluatiegesprekken. Het betreft hier gesprekken tussen de directe chef, het afdelingshoofd en de medewerker over de werkzaamheden en het functioneren.

Het is van wezenlijk belang dat de RZM zich voortdurend aanpast aan veranderende omstandigheden. Derhalve is het verheugend dat het bijleren en -scholen door vele medewerkers wordt beschouwd als een steeds doorlopend proces. Verschillende medewerkers volgen cursussen van o.a. programmeertalen. Een breed en verjongd kennispakket draagt bij aan een flexibele inzetbaarheid.

De mobiliteit onder het personeel is als steeds heel gering en bedroeg in 1984 ca. 5%. Dit betekent zonder meer vergrijzen. Er wordt dan ook doelbewust naar gestreefd om iedere vacature die ontstaat te laten vervullen door een jongere kracht.

RZM heeft intussen verschillende medewerkers met een 32 uur/-week aanstelling. De "opgespaarde" uren zijn omgezet in een arbeidsplaats voor een jonge kracht. In december jl. werd bekend dat RZM in het kader van de herbezetting in 1985 één incidentele en één structurele plaats is toegewezen. Onmiddellijk werd overgegaan tot het aanstellen van de tijdelijke kracht, een jonge instrumentmaker. De vaste positie zal begin 1985 worden bezet.

Bij het vinden van kandidaten voor vrijgekomen posities werd een goed gebruik gemaakt van de diensten van het Gewestelijk Arbeidsbureau te Beilen. In overleg met dit Bureau werden in het voorjaar van 1984 twee jonge mensen onder de werkgelegenheidsverruimende maatregel voor een periode van 12 maanden bij RZM tewerkgesteld; een van hen heeft intussen een permanente baan gevonden elders.

De medewerkers van RZM nemen al jarenlang hun taak om studenten op weg te helpen in de werkende maatschappij heel serieus. Zij begeleidden in 1984 een 12-tal studerenden aan TH, HTS en MTS in hun stageperiode van enkele maanden aan de radiosterrenwachten. Dit jaar liepen ook 4 scholieren van de MEAO- en de MBO-civiele dienst opleidingen stage in Dwingeloo. Deze dienst aan het onderwijs wordt door de betrokken scholen hogelijk gewaardeerd.

Er vond een regelmatig en goed contact plaats tussen de directie en de ondernemingsraad. Wat de verslaggeving van de OR betreft wordt verwezen naar hun Jaarverslag.

Het ziekteverzuim lag ook dit jaar weer laag en bedroeg 3,87% (1983 = 3,94%).

De personeelsvereniging verzorgde op een mooie zomeravond een geslaagde barbecue voor het personeel en aanhang. Ook was St. Nicolaas met enkele knechten ditmaal weer een graag ontvangen gast op de sterrewacht.

Telescopium, in het 11e jaar van zijn bestaan, verscheen vijfmaal en verschafte ons licht verteerbare astronomische kost, recepten voor kook- en bakgrage sterrenwachters en andere wetenswaardigheden.

2.6.3. Financiën.

Meerjarenraming 1985-1989.

In overleg met de Stichting ASTRON werden gezamenlijke sterrenkundige beleidsintenties voor de jaren 1985-1989 opgesteld. Beide stichtingen maakten hun meerjarenraming voor deze periode op en dienden vóór 1 juni de stukken in bij het bestuur van Z.W.O. In de begeleidende brief van RZM-zijde werd nog eens gewezen op de moeilijke situatie in de UK/NL samenwerking na 1987 door het samenvallen van de kapitaalsafbetaling en de volledige exploitatie van de sterrenwachten op La Palma en Hawaii in de periode tot 1991.

Subsidie 1984 en 1985.

Na ontvangst van de toekenningsbrieven voor het Gewoon Subsidie en het Investerings Subsidie 1984 werden deze twee begrotingen definitief vastgesteld. In het laatste kwartaal vond enige verruiming van het Investerings Subsidie plaats doordat ZWO een geblokkeerd bedrag vrij gaf voor besteding en door het toevoegen van een prijscompensatie. Dit geld zal o.m. worden besteed voor enkele noodzakelijke vervangingen van computer hardware en een dringend

nodige vervanging van een 15 jaar oud meetinstrument. In dit verband wordt opgemerkt dat de veroudering van het meetinstrumentarium zorgen geeft. Voor -vervangende- aankopen voor electronische meetinstrumenten is RZM aangewezen op de USA-markt, waar de prijzen mede door de dollar-koers hoog zijn.

Financiële administratie.

De inkoop- en de budgetten-administratie draaiden dit jaar gesmeerd. Het cijfermateriaal wordt per computer verwerkt, waarmede een instantaan inzicht in de stand der budgetten mogelijk is. Een uitstekend hulpmiddel voor een goede bedrijfsvoering!

De prille stichting SRON - afdeling Groningen werd sinds eind 1983 de gelegenheid geboden om gebruikmakend van onze kennis, ervaring te verkrijgen met het hanteren van een gecomputeriseerde financiële administratie.

2.6.4. UK/NL samenwerking.

Op bestuurlijk niveau worden de Nederlandse bijdragen aan deze samenwerking gecoördineerd in de Stuurgroep UK/NL samenwerking. De contacten met de Britse partners vinden op bestuurlijk niveau plaats in de Joint Steering Committee. Beide commissies vergaderden in 1984 tweemaal.

De materiële voorzieningen verbonden aan het uitzenden van personeel naar de UK, La Palma en Hawaii zijn geregeld in een reglement voor tijdelijke uitzending. Inmiddels ontstond er na wat ervaring te hebben opgedaan behoefte aan enkele aanpassingen in de eerste versie van het reglement. In overleg met ZWO kwam een verbeterde versie tot stand. Er vond dit jaar een intensief overleg met ZWO plaats over de "dagelijkse" toepassingen van dit reglement.

Het werk verbonden aan de uitzending van personeel nam toe met het aantal uitzendingen. In 1985 zullen ook de eerste gezinnen naar Hawaii vertrekken. Het Engelse schooltje op La Palma hield in 1984 op te bestaan, zodat de kinderen van de Nederlandse gezinnen zijn aangewezen op de Spaanse scholen.

Er werd in het verslagjaar bouwterrein aangekocht op La Palma. Vervolgens werd overgegaan tot het laten bouwen van een woning door een aannemer ter plaatse. ZWO verschafte RZM hiertoe een lening. De woning is intussen bewoond door één van de permanent uitgezonden gezinnen.

Een aantal medewerkers verbleef enkele weken op La Palma voor het klaren van spoedklussen.

2.6.5. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo.

Bezoekers aan de Radiosterrenwacht vormen een zeer belangrijke communicatieschakel tussen de medewerkers en de buitenwereld. Het hele jaar door waren er gasten op bezoek om met collega's samen te werken aan technische en astronomische projecten. Astronomen wier programma's met de SRT worden waargenomen maken gebruik van de overnachtingsmogelijkheden in Dwingeloo. Vergaderingen van technische en astronomische commissies vinden regelmatig plaats. Het aantal overnachtingen in de verblijfsruimte groeide van 300 in 1983 naar 600 in 1984; hieronder voor langer verblijf astronomen uit de USA, India en Polen en voor korter verblijf uit alle windstreken, w.o. China en Japan. Een toenemend aantal studenten verbleef enkele weken in Dwingeloo. De verzorging van het personeel en de gasten was in handen van de huishoudelijke, c.q. kantinedienst.

Een hoogtepunt was het internationale colloquium ter gelegenheid van de 70e verjaardag van Prof.Dr. A. Blaauw in september jl. waaraan door 80 gasten uit binnen- en buitenland werd deelgenomen.

Het echtpaar Sieders dat jarenlang als concierge en gastvrouw op de radiosterrenwacht heeft gewerkt ging dit jaar met pensioen; de wacht werd overgedragen aan de fam. Pit.

De stichtingswoning in Dwingeloo werd gebruikt voor het onderbrengen van studenten en is momenteel verhuurd aan een astronoom.

De conciergewoning op het terrein werd van een nieuw, geïsoleerd dak voorzien en van binnen in eigen beheer opgeknapt.

Het eind 1983 voltooide isolatieproject en de in de eerste maanden van 1984 in gebruik genomen warmtekrachtkoppeling installatie werpen hun vruchten af. De temperatuurverschillen zomer en winter in de oudbouw lijken minder extreem te zijn. De besparing op de energierekening is duidelijk zichtbaar.

Naast de lopende werkzaamheden werden in eigen beheer op het terrein tegelpaden herlegd en werd een aanvang gemaakt met het bijhouden van het buitenschilderwerk aan de nieuwbouw. Binnen kreeg de CTD een -zeer nodige- schilderbeurt.

2.6.6. Popularisering.

Gezien de grote stroom bezoekers genieten de radiosterrenwachten te Dwingeloo en Westerbork gelegen in prachtige natuurgebieden langs wandel- en, inmiddels befaamde Drentse, fietspaden een grote bekendheid. Op beide sterrenwachten wordt het nodige gedaan om het publiek op begrijpelijke wijze informatie te verschaffen over het werk met de telesocpen en de geavanceerde technieken die worden uitgedacht en toegepast. Voor wat aan voorlichting wordt gedaan te Weserbork wordt verwezen naar het verslag van de Telescoopgroep Westerbork.

In Dwingeloo verzorgt een aantal enthousiaste medewerkers tijdens de zomermaanden rondleidingen bij de waarneeminstrumenten en het tonen van dia series in de kantine voor het toeristische publiek. Het hele jaar door werden op afspraak excursies gegeven aan groepen waaronder vele scholen uit het hele land, verenigingen van Weer- en sterrenkunde, maar ook groepen burgemeesters, juristen en predikanten, alsmede het bestuur en de direktie van de ANWB.

Van de toeristische uitgave van het personeelsorgaan "Telescopium", waarvan inmiddels 14.000 exemplaren -tegen kostprijszijn verspreid, is de 5e druk verschenen; hierin wordt o.m. de Volkssterrenwacht Drenthe te Emmercompascuum gepresenteerd.

Voor de open dag van "Geodesie" te Delft werd expositie materiaal beschikbaar gesteld. Medewerking werd verleend aan de Nederlandse Film en TV Academie voor het opnemen van (semi-) wetenschappelijke scenes te Dwingeloo en Westerbork voor een film "Madusa", een afstudeeropdracht.

3. ASTRONOMISCHE VERSLAGEN.

3.1. Astronomisch onderzoek van Stichtingsstafleden.

Redactie: A.G. de Bruyn

3.1.1. Inleiding.

Het astronomisch onderzoek binnen de Stichting berust vooral bij de leden van de astronomengroep en de wetenschappelijk waarnemer te Westerbork. De onderzoeks-inspanning van stafleden van andere afdelingen is dit jaar tot een zorgwekkend laag niveau gedaald, hetgeen ongetwijfeld een weerspiegeling is van de grote hoeveelheid werk waarvoor RZM zich momenteel geplaatst ziet.

De trouwe lezer zal bemerkt hebben dat het karakter van dit deel van het verslag met ingang van 1982 ingrijpend is gewijzigd. In plaats van de vroeger gedetailleerd weergegeven samenvatting van onderzoeksresultaten, poogt het verslag nu de grote lijnen en de belangrijkste themaresultaten te beschrijven. De lezers die wel belangstelling hebben voor (astro-)technische details worden verwezen naar het Engels-talige deel, sectie 4.3.1.

De nederlandse sterrenkundige gemeenschap is ingedeeld in drie werkgemeenschappen van de Stichting ASTRON. Deze drie werkgemeenschappen vormen ook de kaders voor de volgende rapportage. Het zwaartepunt van het wetenschappelijk onderzoek binnen de Stichting lag dit jaar wederom bij extragalactische radiobronnen en melkwegstelsels. Het galactisch onderzoek, traditioneel gecentreerd op onderzoek van supernova resten, kreeg echter een impuls vanuit twee nieuwe invalshoeken. Het onderzoek van zon (en sterren) daarentegen is dit jaar tot een minimum gedaald.

3.1.2. Onderzoek aan de zon.

In dit jaar werd de laatste hand gelegd aan een onderzoek naar de coronale structuur boven zonnevlekken door gegevens te combineren verkregen met de WSRT op de radiogolflengte van 6 cm en met instrumenten aan boord van de SMS (Solar Maximum Satellite, de zgn. "Solar Max") in het gebied van ultra-violette- en zachte röntgenstraling. De publicatie hiervan is tevens verschenen.

Het besluit de eigen gespecialiseerde zonswaarnemingen met ingang van 1984 te beëindigen heeft geleid tot het vrijwel geheel verloren gaan van de betrokkenheid bij internationale waarneem campagnes. Van de na de, spectaculaire, reparatie van de Solar Max volgende waarneemprogramma's kon daardoor door ons niet worden geprofiteerd.

Slottje werkt nog met collega's uit Ondrejov (Tsjechoslowakije) aan fijnstructuur van een radiovlam van oktober 1983.

3.1.3. Galactisch onderzoek.

Binnen RZM wordt op bescheiden schaal onderzoek verricht naar objecten in "ons" melkwegstelsel. Daarbij komen onder andere die onderwerpen aan bod waar de WSRT zijn sterkste kanten kan tonen. Hiertoe worden gerekend de mogelijkheid om grote gebieden of zeer uitgebreide discrete objecten nauwkeurig in kaart te brengen en de unieke lage frequenties van 610 MHz en, sinds kort, 327 MHz.

Omdat we slechts op kleine schaal galactisch onderzoek bedrijven kunnen de grote lijnen van dat onderzoek en de relatie ervan tot internationaal onderzoek niet dan zonder veel moeite beschreven worden. Het is niet de bedoeling om dat grotere kader in ieder jaarverslag opnieuw te schetsen. Voor geïnteresseerden verwijzen we daarvoor naar de jaarverslagen van 1982 en 1983.

Supernova resten.

In ons melkwegstelsel explodeert gemiddeld eens in 50 jaar een oude ster als supernova. De gasvormige resten van die ster bewegen zich met grote snelheid de interstellaire ruimte in. De interactie tussen de uitgestoten materie en het ijle interstellaire medium is er een van ongekende heftigheid. De botsing leidt tot de vorming van een schokgolf die voor de uitgestoten materie uit beweegt. Het interstellaire gas dat door het schokfront heen beweegt wordt tot zeer hoge temperaturen (honderden miljoenen graden) verhit. Dat hete gas zal vervolgens sterk stralen op röntgengolflengten. Bij die passage door het schokfront worden echter ook deeltjes versneld tot zeer hoge (zgn. relativistische) energieën. Althans zo voorspelde de theorie, nu al zo'n jaar of zeven geleden. Een echte bevestiging daarvan moest nog komen, maar lijkt nu geleverd door waarnemingen van Tycho's supernovarest (de beroemde supernova uit het jaar 1572).

Nieuwe waarnemingen met de VLA op 6 en 22 cm met verschillende hoekresoluties (tot 1") door Strom, W. van Breugel (Berkeley) en J. Dickel (Illinois) tonen enorm veel fijnschalige structuren in de supernovarest. Zeer opvallend zijn de zeer nauwe buitenste randen die wat helderder zijn dan de gebieden daar direct achter. Het lijkt aannemelijk dat die randen de plaats aangeven van het schokfront, waar de primaire versnelling van de op radiogolflengten stralende deeltjes plaatsvindt. De nieuwe metingen tonen ook structuren die doen vermoeden dat de supernovarest plaatselijk sterk afwijkt van de bolvorm.

Strom, P. Angerhofer (U.S. Naval Observatory) en Dickel voltooiden een nieuwe radio studie van de kern van een andere zeer bijzondere supernovarest, CTB80 geheten. Over deze bron werd al in vorige jaarverslagen uitvoerig gerapporteerd. Daar werd vastgesteld dat dit object nog vrij jong zou kunnen zijn (600 jaar). De aanwijzingen voor die conclusie zijn dit jaar verder uitgewerkt en in artikelvorm verschenen. De nieuwe radiometingen zijn gedaan om de magneetveld structuur en interne gasdichtheid te bepalen. De

schattingen hiervoor verkregen kloppen goed met die verkregen uit de röntgenwaarnemingen.

Supernovaresten zijn tot nu toe bestudeerd op radio-, optische- en röntgengolflengten. Op elk van die golflengten tonen zij ons een ander aspect van hun zeer gecompliceerde structuur en samenstelling. Het ligt in de verwachting dat dit ook op infrarode golflengten het geval zal zijn. Strom, D. d'Odorico en A. Moorwood (ESO, München) ontdekten d.m.v. IRAS-waarnemingen dat verscheidene supernovaresten in de Magelhaense wolken zeer sterke bronnen van ver-infrarode straling zijn. Soortgelijke resultaten waren ook al gevonden voor supernovaresten in ons eigen melkwegstelsel. De infrarode emissie is waarschijnlijk afkomstig van stof dat nadat het door het schokfront heen is, verhit wordt en dan sterk gaat stralen. Dit onderzoek zal worden voortgezet nadat de definitieve IRAS dataset gecalibreerd is.

Moleculaire wolken en interstellaire chemie.

Zo'n jaar of tien, vijftien geleden werd ontdekt dat een groot deel van het interstellaire gas in moleculaire vorm voorkomt. Het meest abondante molecuul is moleculaire waterstof (H_2). De aanwezigheid van die H_2 moleculen is niet erg gemakkelijk aan te tonen. Dat is echter wel het geval met koolmonoxide (CO), een simpel molecuul dat opgebouwd is uit de elementen koolstof (C) en zuurstof (O) die na waterstof (H) en helium (He) het meeste worden aangetroffen in het heelal. Er zijn in de laatste tien jaar m.b.v. radiotelescopen tientallen verschillende moleculen gedetecteerd, met steeds complexere opbouw. Die moleculen worden vooral aangetroffen in zgn. reusachtige moleculaire wolken. Deze wolken vindt men vaak in de buurt van HII gebieden, de geboortegrond van nieuwe sterren. Het vermoeden bestaat dan ook dat een moleculaire wolk het vroegste stadium is van een tot sterren samentrekkende gaswolk. Moleculen en stof gaan altijd samen. Eén consequentie daarvan is dat waarnemingen op radiogolflengten nodig zijn om diep in die moleculaire wolken te kunnen "kijken". Immers, radiostraling wordt niet of nauwelijks verduisterd door stof, in tegenstelling tot optische straling. Sinds enige jaren is de Stichting RZM betrokken bij de bouw van een radiotelescoop, en bijbehorende ontvangers, die speciaal geschikt is voor het waarnemen van moleculaire emissielijnen op mm en sub-mm golflengten. Deze telescoop zal in 1986 gereedkomen en geplaatst worden boven op Mauna Kea in Hawaii. In verband met deze voor RZM nieuwe tak van radiosterrenkunde is sinds oktober 1984 G.D. Watt bij de astronomengroep werkzaam. Hij heeft zich gespecialiseerd op het gebied van moleculaire astronomie. Zijn belangstelling ligt vooral bij de chemische processen die werkzaam zijn in dichte moleculaire wolken. Belangrijke elementen hierbij zijn zwavel (S), koolstof, zuurstof en waterstof, die gevonden worden in moleculaire verbindingen zoals SO, SO_2, CO, OH, CH_4, H_2CO enz. In de komende jaren zal er meer over zijn werk gerapporteerd worden.

3.1.4. Extragalactisch onderzoek.

Het onderzoek op dit gebied vindt plaats in het teken van de melkwegstelsels. Deze miljarden sterren bevattende objecten zijn de bouwstenen van de grootste eenheden van het heelal, de clusters (groepen van stelsels), maar voor de kosmoloog zijn ze ook de "test-deeltjes" om het universum te kunnen verkennen. Wij zullen onze kijk op het onderzoek van het afgelopen jaar aanvangen bij de studie van kernen van sterrenstelsels, de motoren waardoor (vrijwel) alles wordt gedreven.

De kern van sterrenstelsels.

De kern is de meest actieve component van een stelsel, waarneembaar op golflengtes variërend van röntgen tot radio; vaak is die kern variabel. Astronomen binnen de Stichting hebben onderzoek gedaan m.b.v. optische en radio technieken, vaak d.m.v. VLBI metingen. Hiermee kunnen telescopen in andere landen samen met de WSRT in een netwerk van interferometers waarnemingen met zeer hoog oplossend vermogen verrichten.

Deze techniek heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan metingen van het reuze stelsel 3C236, uitgevoerd door P.D. Barthel (Leiden), Schilizzi, G.K. Miley (Leiden), W. Jägers (Leiden) en Strom (fig. 3.1.1.). Er zijn aanwijzingen van schokken in nauwe emissie details die gericht zijn op de buiten componenten, en er zijn ook bepaalde overeenkomsten tussen de kleine- en grote-schaal structuren van dit stelsel. Een uitvoeriger rapportage van dit werk en andere projecten gedaan door Barthel en Schilizzi bevindt zich in het Leidse gedeelte van dit jaarverslag.

BL Lac objecten (genoemd naar het eerste voorbeeld van dit verschijnsel, BL Lac, een compact stelsel waarvan men eerst vermoedde dat het een variabele ster moest zijn) zijn actieve, zeer variabele stelsels met optische emissie gedomineerd door een sterk, blauw continuum, waar meestal geen optische lijnen in waarneembaar zijn. Ook als radiobronnen zijn ze sterk variabel en compact. Samen met R. Vermeulen (Leiden) heeft Schilizzi onderzoek aan één van deze objecten, 0215+015, gedaan. In dit object heeft men wel vier (optische) absorptie-lijn systemen ontdekt, waarschijnlijk afkomstig van gas in andere sterrenstelsels tussen ons en 0215+015. In een van deze systemen is er sprake van variabiliteit en, in een poging om radio bewegingen op te sporen, zijn VLBI metingen gedaan. Er zijn wel aanwijzingen van uitgebreidheid, maar het onderzoek vereist meer metingen om deze structuur goed in kaart te kunnen brengen.

In een ander BL Lac object, Mkn 501, hebben W. van Breugel (Berkeley) en Schilizzi radioemissie gevonden aan één kant van de kern in een richting afwijkend t.o.v. de radio emissie op een schaal van ongeveer duizend maal groter. De richting van de kleine

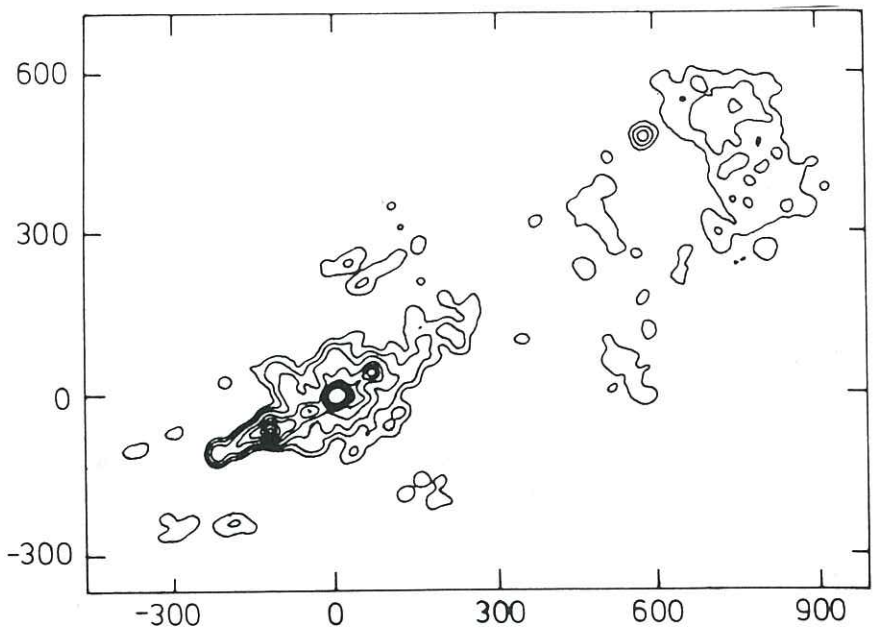


Fig. 3.1.1.

Contourkaart van de variabele radio quasar 1308+32 op een golflengte van 6 cm gemeten met de WSRT in de redundantie mode. De centrale compacte bron, bijna 2 Jy sterk, is afgetrokken op de plaats van het kruis. De overblijvende dubbele bron, waarvan de componenten elk minder dan 1% van de centrale bron sterk zijn, staat zeer asymmetrisch t.o.v. die centrale kern. Is dit het gevolg van zeer sterke projectie-effecten?

Contourmap of the 6 cm radio continuum emission of the variable radio quasar 1308+32. The lowest contour values are at $\pm$ 1.0 mJy in this high dynamic range redundancy-mode observation with the WSRT. After subtraction of the 1.95 Jy strong unresolved core (at the cross), a very asymmetrically located double source remains. Their peak intensities are each less than 1% of that of the core. The question posed by this and other related sources is whether the asymmetry is intrinsic or apparent only. In the latter case it could be due to extreme projection effects distorting an only slightly misaligned triple source of which the core is relativistically beamed at an angle very close to the line-of-sight (from a program by de Bruyn and Schilizzi).

structuur is wel in goede overeenstemming met die van gepolariseerd licht afkomstig van de kern. De conclusie van de onderzoekers is dat het verschil in richting tussen kleine en grote structuur waarschijnlijk toe te schrijven is aan een intrinsieke afwijking in de bron.

Het werk van Schilizzi in samenwerking met C. Fanti, R. Fanti, P. Parma (allen Bologna), en van Breugel om compacte bronnen met steile spectra van de 3CR catalogus in kaart te brengen heeft voortgang geboekt met het in kaart brengen van nog drie van de 25 objecten. Naast de bestaande 18 cm metingen is er ook begonnen aan VLBI waarnemingen op 6 cm.

Spoelstra, samen met Gopal-Krishna en A. Patnaik (beide Bangalore, India), heeft WSRT 92 cm waarnemingen verricht om de flux dichtheid van bronnen met spectrale omkeringen beneden een frequentie van ≈1 GHz te bepalen. Het vermoeden is dat zulke bronnen mogelijk quasars zijn op hoge afstand; het eerste doel is om hun spectra op lage frequenties goed vast te leggen.

De Bruyn heeft 92 cm kaarten van sterke calibratie bronnen gereduceerd. Door gebruik te maken van de 250 of meer achtergrond bronnen per veld sterker dan 10 mJy is variabiliteit detecteerbaar tot een niveau van ≈1% van de bron flux dichtheid. Samen met A. van den Boogaart (Leiden) is hij bezig om de variabiliteit op lage frequentie van extragalactische bronnen op deze wijze te onderzoeken.

Stichtingsastronomen zijn ook op het optische vlak bezig geweest. De Waard, Miley en Schilizzi, bijv. hebben hun onderzoek van de optische spectra en radio VLBI structuur van stelsels met actieve kernen voortgezet. Ze zijn bezig om een mogelijke correlatie tussen radio structuur en optische FeII lijnen te onderzoeken. Hopelijk zullen verdere optische spectra ook veranderingen in deze FeII lijnen boven water brengen, veranderingen die samenhangen met snelle bewegingen in de radiobronnen.

De Bruyn en E. van Groningen (Leiden/ROE) zetten hun onderzoek van de optische spectra van type I Seyfert stelsels voort. Seyferts zijn sterrenstelsels met een heldere optische kern, zo compact dat hij lijkt op een ster in sommige opnames, en met opvallend sterke emissielijnen; ze zijn in het algemeen minder actief dan quasars, maar daarentegen staan ze dichterbij en kunnen daardoor vaak in groot detail bestudeerd worden. Hun waarnemingen zijn in overeenstemming met modellen waar een accretie schijf om een zwart gat een belangrijke rol speelt. Ze hebben zelfs een schatting van de massa van het centrale object, nl. $\approx 10^8 M_\odot$, kunnen maken.

Er zijn ook studies gaande over de meer technische aspecten van VLBI. Schilizzi, samen met een achttal astronomen uit andere landen, heeft waarnemingen gedaan op 1,35 cm op de langste beschikbare basislijnen van een 26-tal bronnen. Het doel is om calibratie candidaten voor het Quasat project op te sporen, en in de meeste objecten zijn er onopgeloste structuren waargenomen.

Strom en Foley hebben de eerste systematische VLBI polarisatie metingen met het EVN in oktober gedaan. Deze hebben aangetoond dat de techniek met succes kan worden uitgevoerd, maar er moet nog aan de polarisatie eigenschappen van de individuele waarneemstations gesleuteld worden.

Radiostelsels - hun structuur op grote schaal.

Direct verwant aan hetgeen er gebeurt in de kern, is de vraag hoe de energie in de buiten-componenten van radiostelsels terecht komt. In sommige objecten, de zgn. superluminals, zijn er structurele veranderingen met de tijd waaruit men de conclusie trekt dat radio componenten naar buiten toe bewegen met een schijnbare snelheid groter dan die van het licht. De Bruyn en Schilizzi hebben hun onderzoek van de grote schaal structuur van zulke objecten voortgezet. Een interessante ontdekking waren twee compacte emissie gebieden nabij de bron B21308+32 (zie figuur 3.1.2.). Aan een vergelijking tussen alle resultaten en de theorie wordt gewerkt.

Strom en Conway (Jodrell Bank) hebben hun studie van de polarisatie van 3C bronnen op 49 cm afgesloten met het klaarmaken van de gegevens. Een van de interessante resultaten uit dit werk is de afwezigheid van polarisatie in de omgeving van het (optische) stelsel zelf. Radio componenten zijn vaak met het stelsel "verbonden" door een brug van uitgestrekte radio emissie. Zulke bruggen blijken vaak gering gepolariseerd te zijn op 49 cm. Hun conclusie, uit een vergelijking met andere waarnemingen, is dat depolarisatie door geïoniseerd gas de oorzaak is. Als de interpretatie korrekt is, bevindt zich rondom elk stelsel een halo van heet, ijl gas. De aanwezigheid van zulke halo's is ook af te leiden van röntgen waarnemingen van enkele elliptische sterrenstelsels, en de nodige dichtheden kloppen redelijk met elkaar.

Samen met A. Eckart en P. Biermann (beiden MPIfR) heeft Strom een uitgebreid dubbelstelsel gevonden in een waarneming gericht op een andere bron. Er is tot nu toe geen duidelijke optische identificatie gevonden en het zou misschien een echt reuze stelsel kunnen zijn. Meer radio waarnemingen moeten uitmaken of dit waar is, en welk optische stelsel geassocieerd is met de radiobron.

In zijn analyse van calibratie bronvelden heeft De Bruyn twee bronnen rondom 3C286 gevonden die mogelijk tot een tot nu toe onbekend radiostelsel type behoren. Hun voornaamste eigenschappen zijn een grote hoekafmeting en lage oppervlakte helderheid.

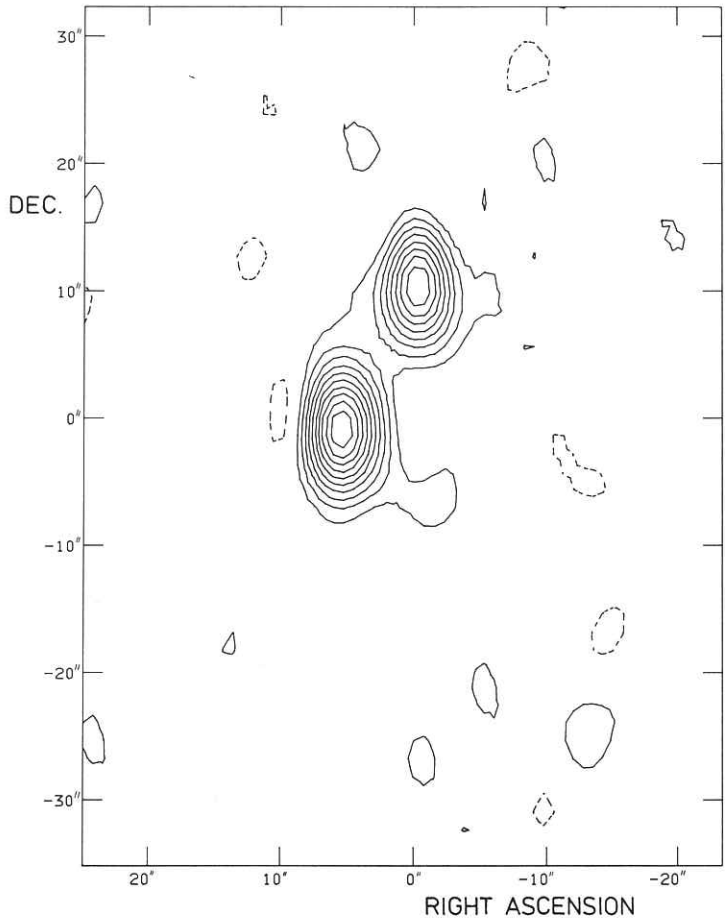


Fig. 3.1.2.

De radiokern van 3C236 op een golflengte van 18 cm gemeten met een intercontinentaal VLBI netwerk. De totale afmeting is ongeveer 1" (de schaal is in milli-boogseconden), wat overeenkomt met 1700 parsec. De heldere piek bij (0,0) is de echte kern waaruit in twee richtingen plasma wordt uitgestoten. Opmerkelijk bij deze bron is echter de diffuse halo-emissie.

The nucleus of 3C236 at 18 cm. The scale is given in milliarcsec (mas); 1 mas is equivalent to 1.7 pc at the distance of 3C236 for H_o=75 km s^{-1} Mpc^{-1}. The restoring beam was a circular gaussian 25 mas in diameter. Contour levels are 1, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45% of the peak intensity in the map which is 277 mJy/beam (from Schilizzi et al.).

Clusters en groepen van sterrenstelsels.

Samen met J. Roland (Parijs) heeft Hanisch een 49 cm waarneming gedaan van het veld rondom 3C338, een radiobron in de cluster Abell 2199. In deze cluster hebben röntgen astronomen ook röntgen emissie gedetecteerd, afkomstig van heet gas in het centrum. Het doel van de radio waarnemingen was om naar emissie te zoeken afkomstig van de turbulentie geproduceerd door snel bewegende stelsels in het hete gas. Tot een zeer laag niveau zijn zulke stelsel "sporen" niet gevonden, hetgeen impicaties heeft voor modelberekeningen van dit verwachte effect. Hieraan wordt nog gewerkt.

Het meest concrete voorbeeld van stelsel "sporen" zijn de zgn. kop-staart bronnen, stelsels met een eigen uitgebreide radio-emissie, vervormd door de dynamische invloed van het cluster gas. Een fraai voorbeeld is de radiobron 3C129, waarvan Hanisch en Strom een 92 cm kaart hebben gemaakt. Aan het eind van de staart bevindt zich een component met een steil spectrum, hetgeen ook waargenomen is op nog lagere frequenties met de Clark Lake Telescope in Amerika. Doel van het onderzoek is om dit verschijnsel in groter detail te bestuderen.

Radio emissie en samenstelling van gewone melkwegstelsels.

Ons zonnestelsel bevindt zich in een vrij gewoon spiraal sterrenstelsel, de Melkweg. Door onze studie van soortgelijke stelsels kunnen wij dus veel leren over de structuur van onze Melkweg. Tegelijkertijd geven studies van componenten van de Melkweg (sterren, wolken, het gas ertussen, enz.) detail informatie over spiraalstelsels in het algemeen. Van groot belang zijn waarnemingen van waterstof emissie, hetgeen ons in staat stelt de kinematica en afstand van sterrenstelsels te bepalen.

Door middel van zulke HI metingen zijn Van der Hulst, E. Deul (Leiden) en R.C. Kennicutt (Universiteit van Minnesota) bezig om de structuur en kinematica van het nabije stelsel M33 te onderzoeken. Dit geldt ook voor een stelsel in de Virgo cluster, NGC4571, waarmee Van der Hulst en Kennicutt bezig zijn. In dit stelsel bevinden zich te weinig HI gas voor dit type, hetgeen misschien impliceert dat het gas is verdreven door interactie met het hete gas van de cluster. Een andere mogelijkheid is dat het gas verdween tijdens interacties met andere stelsels.

In verwant onderzoek, hebben Raimond en G.R. Knapp (Princeton) HI gas in het elliptische stelsel NGC5173 onderzocht. Elliptische stelsels bevatten in het algemeen weinig HI, en de suggestie is dat in dit geval het stelsel de gaswolken betrekkelijk kortgeleden opgevangen heeft.

Stelsels kunnen gas ook verliezen, zoals blijkt uit een studie gedaan door P. Appleton (Manchester) en Van der Hulst van een begeleider van het nabije stelsel M81. WSRT metingen hebben

HI emissie aangetoond afkomstig van een lang uitgerekt gebied dat in de verlenging staat met filamenten in M81. In een andere groep van stelsels, hebben Van der Hulst, De Bruyn en H. van der Laan (Leiden) een soortgelijke wolk gevonden, of afkomstig van een ander stelsel, of een nieuw stelsel aan het worden. In het geval van de tweede mogelijkheid is het niet onwaarschijnlijk dat de dichtheid (nog) net niet hoog genoeg is om het vormen van sterren mogelijk te maken. Figuur 3.1.3. vertoont een kaart van deze wolk.

Albinson heeft zijn werk aan enkele nabije dwergstelsels, samen met H. van Woerden (Groningen), voortgezet. Uit de WSRT HI metingen van één stelsel, is rotatie heel goed zichtbaar. De afmetingen van het gas is 2 à 3 maal groter dan die van het optische beeld.

K.W. Weiler (NSF-Washington), R.A. Sramek (NRAO-VLA) en Van der Hulst hebben nieuwe metingen gedaan van de radio emissie afkomstig van jonge supernovae in sterrenstelsels. Hiermee kunnen zij de radio lichtkrommen bepalen en iets te weten komen over de evolutie en emissie processen.

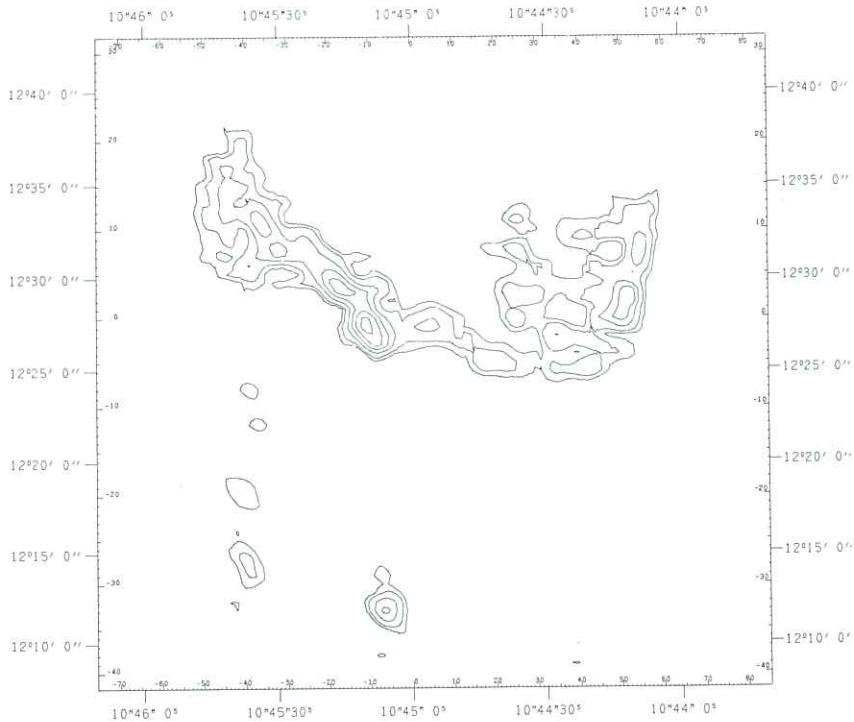


Fig. 3.1.3.

Een contourkaart van de geïntegreerde HI intensiteit van de intergalactische waterstofwolk in een kleine groep sterrenstelsels in het sterrenbeeld de Leeuw. De wolk heeft een afmeting van 100.000 parsec en bevindt zich ver van de melkwegstelsels in de groep. De filamentachtige structuur wordt verklaard als het gevolg van een bijna-botsing tussen een pure, aanvankelijk gravitationeel gebonden, HI wolk en een van de stelsels uit de omringende groep. In de HI wolk zijn blijkbaar nooit sterren gevormd.

Integrated map of the intergalactic HI cloud in Leo discovered at Arecibo by Scheider et al. This map was obtained using the WSRT and has a resolution of 1'. Note the narrow filamentary structure and the HI condensation near the centre. It is suggested that the cloud is the product of a tidal interaction between NGC3368 (to the lower right) and a dwarf HI cloud, with HI mass of 10^9 $M_\odot$, of which only the core has remained together (probably as a result of its own gravitation). The lack of optical emission at the location of this core implies that the cloud never managed to form stars. It could therefore consist of primordial gas (observations by van der Hulst, de Bruyn and van der Laan).

3.2. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek te Amsterdam.

Redaktie: T. de Jong.

Het radiosterrenkundig onderzoek in Amsterdam is van zeer bescheiden omvang en voornamelijk gericht op de studie van OH/IR sterren in samenhang met ground-based en met door de IRAS verkregen infrarood gegevens. Het verslagjaar stond in het teken van het verwerken van de enorme stroom razend interessante IRAS gegevens zodat aan de radioastronomische aspecten van het onderzoek minder aandacht kon worden besteed. De drie in het vorige jaarverslag beschreven onderzoekprojecten:

1. radio lichtkrachtfunctie van OH/IR sterren
2. OH/IR sterren in open sterhopen
3. OH/IR sterren in het galactische vlak nabij $\ell=20°$

zullen naar verwacht tezijnertijd deel uitmaken van het proefschrift van F.J. Willems.

3.3. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Instituut te Groningen.

Redactie: Kor Begeman en Hugo van Woerden.

3.3.1. Inleiding.

De synthese-telescoop te Westerbork is nu al 15 jaar de spil van de Groningse radiosterrenkunde. Ook dit jaar maakten de Groningers intensief gebruik van de WSRT. De hoofdmoot daarvan werd en wordt gevormd door waarnemingen van de 21 cm lijnstraling van atomair waterstofgas in interstellaire wolken en (vooral) in sterrenstelsels buiten het onze; dat onderzoek is gericht op de structuur, dynamica en evolutie van sterrenstelsels, en op de eigenschappen van de gaswolken in ons Melkwegstelsel. Daarnaast werden studies uitgevoerd van recombinatielijnstraling, uitgezonden door geïoniseerd gas in gebieden van recente stervorming; van de continuumstraling afkomstig van planetaire nevels, pulsars en supernova-resten -alle eindproducten van sterevolutie- ; en van de continuumstraling, uitgezonden door relativistisch gas in sterrenstelsels en hun omgeving.

Belangrijke radio-waarnemingsreeksen werden ook uitgevoerd met de Very Large Array in New Mexico (USA), de 64 meter spiegel in Parkes (Australië) en de 25 meter telescoop in Dwingeloo.

In vele van deze onderzoekingen wordt intensief gebruik gemaakt van waarnemingen in andere golflengtegebieden. Een aantal studies zijn gericht op de relaties van stof en koude sterren, in kaart gebracht door IRAS, met de bovengenoemde bronnen van radiostraling. De Isaac Newton Telescope op La Palma kwam in juni 1984 beschikbaar. De Groningse radioastronoom U.J. Schwarz was de eerste die, samen met de tijdelijk op La Palma gestationeerde Leidenaar R.S. le Poole, de telescoop mocht gebruiken voor een astronomisch programma: de afstandsbepaling van waterstofwolken met hoge snelheden. Verscheidene Groningers volgden later in het jaar.

Het hier volgende verslag heeft betrekking op radioastronomisch onderzoek. Waar passend werden ook enige resultaten van werk bij andere golflengtes vermeld. Voor een compleet overzicht van de Groningse sterrenkunde moeten we de lezer verwijzen naar het Jaarverslag 1984 van de Subfaculteit Sterrenkunde, dat op aanvraag verkrijgbaar is.

Twee proefschriften, gebaseerd op combinaties van radio- en optische waarnemingen, kwamen in 1984 gereed. Bart Wevers promoveerde 4 mei op een studie van een twintigtal spiraalstelsels. In een omvangrijke atlas illustreert hij de verdelingen van ultraviolet, blauw en rood licht, radio-continuumstraling en atomair waterstofgas, alsmede de bewegingen van het gas in deze stelsels. Zijn analyse richt zich op de structuur op grote schaal van de stelsels, hun rotatie en massaverdeling, en het verloop van het

stervormingsproces gedurende de leeftijd van de stelsels. Na zijn promotie heeft Wevers zich gericht op commerciële toepassing van computer-animaties, in samenwerking met Dr. G.S. Shostak, die eveneens lange tijd aan het Kapteyn Laboratorium verbonden was.

Roel Gathier promoveerde 21 september op een studie van de afstanden en fysische eigenschappen van planetaire nevels. Zijn resultaten zijn kort samengevat in een van de volgende paragrafen. Gathier ging naar ESO in München met een postdoctoraal fellowship.

Twee nieuwe promovendi begonnen hun werk: Bart Wakker over hoge-snelheidswolken en Remo Tilanus over stervorming en spiraalstructuur in sterrenstelsels. Eind 1984 waren 8 promovendi bezig met geheel of gedeeltelijk radiosterrenkundig onderzoek.

Als postdocs namen aan het onderzoek deel Claude Carignan en Edwin Valentijn. Van de vele buitenlandse bezoekers die voor kortere of langere tijd met de groep samenwerkten, vermelden we: J. Baldwin (Cambridge, England), B. Balick (Seattle, USA), F. Boulanger (Meudon, France), A. Bosma (Marseille, France), S. Casertano (Princeton, USA), R.D. Ekers (VLA, USA), Hu-Fu-Xing (Nanking, China), G. Longo (Napoli, Italië en Austin, USA), A.H. Rots (VLA, USA), L.S. Sparke (Princeton, USA), F. Viallefond (Meudon, France) en You-Jun-Han (Hefei, China). Van hen werkten Boulanger en Hu het hele jaar in Groningen.

Prof. W.M. Goss bracht een verlofjaar door bij de VLA, en versterkte daardoor de reeds nauwe betrekkingen tussen beide instituten.

Van de groep astronomen binnen de Stichting Radiostraling waren Dr. J.S. Albinson (tot augustus) en Dr. E.D. Skillman (vanaf november) nauw betrokken bij het Groningse onderzoek. Maar ook met J.D. Bregman, J.M. van der Hulst, R.G. Strom en A.G. de Bruyn lopen samenwerkingsprojecten.

Wij danken Tom Oosterloo voor hulp bij de verzorging van dit verslag.

De indeling van dit verslag is als volgt:

Galactisch onderzoek.
Radio-recombinatielijnen van HII-gebieden
Pulsars en Supernova resten
Planetaire nevels
OH/IR sterren
Het Melkwegcentrum
Waterstofwolken met hoge snelheden

Extragalactisch onderzoek.
Buitengebieden van sterrenstelsels; rotatie en massaverdeling
Verticale bewegingen in spiraalstelsels
Massaverdeling in stelsels met lage absolute helderheid
Onregelmatige dwergstelsels in de Locale Groep
Het onregelmatige stelsel NGC 1569
Gas in vroeg-type stelsels
Gas nabij elliptische stelsels

Stervorming in melkwegstelsels
Impulsmoment in meervoudige sterrenstelsels
Stephan's Quintet
HI waarnemingen van de Virgo Cluster
Radiocontinuum in sterrenstelsels
Radiobronnen in clusters van sterrenstelsels
Evenwijdigheid in de orientatie van radiobronnen

Gegevens- en beeldverwerking.

3.3.2. Galactisch onderzoek.

1. Radio-recombinatielijnen van HII-gebieden.

In geïoniseerde gassen vinden in het algemeen voortdurend recombinatie processen van elektronen en ionen plaats, gevolgd door re-ionisatie. De gerecombineerde elektronen zullen via een cascade-proces in lagere niveaus van het atoom terecht komen voor er opnieuw ionisatie optreedt. Resultaat van het cascade proces is lijnemissie.

De elektronenovergangen tussen lagere niveaus veroorzaken lijnen in het optische gedeelte van het spectrum; door overgangen tussen de hogere niveaus ontstaan de zogenaamde radio-recombinatielijnen. Omdat radiostraling, in tegenstelling tot zichtbaar licht, niet verzwakt wordt door stofdeeltjes langs de gezichtslijn, kunnen deze radiolijnen gebruikt worden om geïoniseerd gas te bestuderen dat zich achter, of in, gebieden met stof bevindt. Aangezien deze lijnen zeer gevoelig zijn voor de fysische omstandigheden in het gas, zoals temperatuur en dichtheid, stellen ze ons in staat een bijna directe meting van deze grootheden te verrichten. Tegelijkertijd geven ze informatie over de kinematica van het geïoniseerde gas. Dit soort spectraallijnen kan dus gebruikt worden om bijvoorbeeld de uitdijing van planetaire nevels te bestuderen, of de dichtheids- en temperatuurverdeling in HII-gebieden tijdens de verschillende stadia van hun evolutie.

In 1984 werd onderzoek aan recombinatielijnen gedaan door P.R. Roelfsema. Verschillende HII-gebieden werden waargenomen met de WSRT en de Very Large Array in het radiogedeelte van het spectrum, en met UKIRT (de Britse infrarood telescoop op Hawaii) in het infrarood (4 μm). Dit leverde een grote hoeveelheid gegevens op met hoog ruimtelijk oplossend vermogen en hoge spectrale resolutie voor 8 verschillende HII-gebieden (waaronder Sgr B2) en een planetaire nevel. Een eerste analyse van deze kwalitatief hoogwaardige gegevens, over een breed spectrum vanaf het infrarood tot aan de lage radiofrequenties (327 MHz), liet zien dat de eigenschappen van het stof sterk varieren over de HII-gebieden DR21 en K3-50 A. Momenteel worden deze gegevens nog verder geanalyseerd.

Verdere interessante in 1984 verkregen resultaten waren de detectie van een 21 cm recombinatielijn in M82 en de detectie van lijn-emissie van HII-gebieden met lage dichtheid in het W3-complex bij lage radiofrequenties.

2. Pulsars en supernova resten.

a. Astrometrie van Pulsars.

Het onderzoek aan de 1,5 milliseconden pulsar PSR 1937+214 en de 59 milliseconden pulsar PSR 1913+16 (onderdeel van een dubbelster systeem) met de VLA door Backer (Berkeley), Fomalont (NRAO), Goss, Taylor (Princeton) en Weisberg (Carleton) is in 1984 voltooid. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3.3.1 en 3.3.2. De VLA-posities worden hier weergegeven door vierkanten, terwijl de zogenaamde 'timing'- posities door punten worden voorgesteld. De DE timing-posities zijn gebaseerd op de JPL-ephemeriden afgeleid door Standish, en de PEP timing is gebaseerd op de ephemeriden van het Center for Astrophysics (Chandler). De VLA FK4 positie ligt iets dichter bij de DE (JPL) positie.

In figuur 3.3.2 worden de VLA- en de timing-posities voor PSR 1913+16 vergeleken met een ster van de 22ste magnitude, waarvan aangenomen werd dat deze samen met de pulsar een dubbelster vormt. Het lijkt erop dat deze ster niet in verband staat met de pulsar.

b. Eigenbewegingen van pulsars.

In december 1984 zijn ongeveer 30 pulsars waargenomen met de VLA A-array in een periode van 24 uur bij een golflengte van 20 cm. Het doel van deze waarnemingen, uitgevoerd door Fomalont (NRAO), Lyne (Jodrell Bank), Manchester (CSRIO) en Goss, is tweeledig: 1) voortzetting van het astrometrie programma begonnen in 1981, 2) begin van een onderzoek naar de eigenbewegingen van pulsars. Het hoofddoel van (1) is verder onderzoek naar de kleine systematische verschillen tussen de 'timing'- en de radio-posities. Bij de huidige lage activiteit van de ionosfeer is een verbetering mogelijk van een factor 2-3 in de nauwkeurigheid van de posities gemeten met de VLA bij een golflengte van 20 cm. Tevens zijn er in Jodrell Bank (Lyne) en Australië (Manchester) nieuwe metingen van timing-posities begonnen. De voorlopige resultaten van het onderzoek naar de eigenbewegingen (2) wijzen erop, dat voor meer dan de helft van het aantal waargenomen pulsars eigenbewegingen groter dan 0,01 boogseconden/jaar te bepalen zijn. Voor dit onderzoek werd de omgeving van elk object over de gehele primaire bundel (0,6 graden) in kaart gebracht met een resolutie van 1 boogseconde. De methode van bandbreedte-synthese werd toegepast om het probleem van de kleine delay-bundel van de VLA A-array (1 boogminuut) te omzeilen. Er werd waargenomen met een totale bandbreedte van 50 MHz, onderverdeeld in 16 kanalen van elk 3,125 MHz.

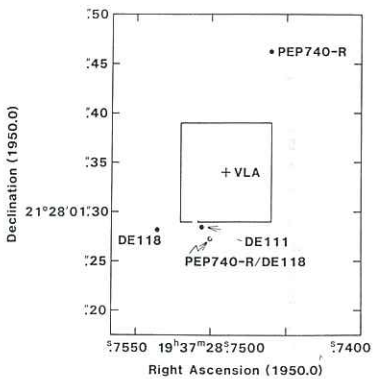


Fig. 3.3.1.

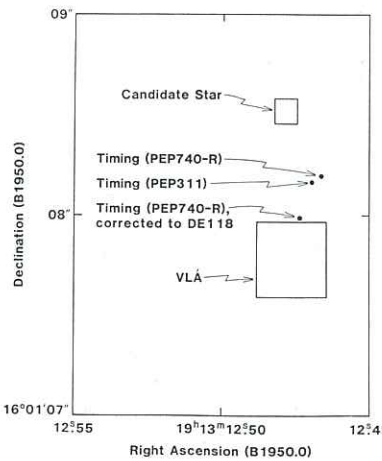


Fig. 3.3.2.

Fig. 3.3.1.
Vergelijking van de VLA-positie van de pulsar 1937+214 (vierkant) met posities uit "timing"-waarnemingen (stippen).
Comparison of positions of pulsar 1937+214 obtained at the VLA (square) and through "timing"-observations (dots) (Backer, Fomalont, Goss, Taylor, Weisberg).

Fig. 3.3.2.
VLA-positie (vierkant) van de pulsar 1913+16 en "timing"-posities (stippen). De als identificatie voorgestelde ster (klein vierkant) wijkt aanzienlijk af.
VLA-position of pulsar 1913+16 compared with timing positions, and with a candidate star proposed (spuriously?) for identification (Backer et al.).

De verwerking van de gegevens vond plaats in 2 fasen: eerst werd een kaart met lage resolutie gemaakt over de gehele primaire bundel, om nieuwe achtergrondbronnen te vinden die gebruikt kunnen worden als referentiebronnen voor het meten van de eigenbewegingen. Vervolgens werden kleinere kaarten gemaakt met het hoogst mogelijke oplossend vermogen, gecentreerd rond de positie van de pulsar en alle mogelijke referentiebronnen. In bijna alle gevallen was het mogelijk een of meerdere referentiebronnen te vinden. De volgende waarnemingen met de VLA A-array zijn reeds gepland.

c. Snelle pulsar surveys.

In het vorige jaarverslag (1983) zijn de surveys van snelle pulsars met de VLA en WSRT reeds beschreven. De resultaten van dit onderzoek werden samengevat door Purvis et al., Heiles et al. en Stevens et al. in de Proceedings van een Workshop on Millisecond Pulsars (editors Reynolds en Stineberg), gehouden te Green Bank in Juni 1984. De gedeeltelijk gereduceerde Westerbork gegevens zijn nu beschikbaar. In de loop van 1985 zijn er nieuwe Arecibo waarnemingen gepland.

d. Supernova resten.

Braun (Leiden), Caswell (CSIRO), Clark (RAL), Goss, Murdin (RGO) en Roger (Penticton) hebben de zuidelijke supernova rest G292.0+1.8 waargenomen met de Molonglo Synthesis Radio Telescope van de University of Sydney by een frequentie van 843 MHz. Een kaart met een resolutie van 43 x 50 boogseconden is weergegeven in figuur 3.3.3. De radiostructuur van deze bron vertoont een interessant kenmerk, namelijk de aanwezigheid van een zwakke uitgebreide halo; dit betekent dat de bron een asymmetrische schilstruktuur heeft of een opgevuld centrum. Nieuwe [OIII] 5007 A waarnemingen met de Anglo-Australische telescoop en IRAS waarnemingen bij golflengtes van 12, 25, 60 en 100 µm zijn nu ook beschikbaar. De piek in het infrarode spectrum ligt bij 60 µm met een fluxdichtheid van 33 Jy. Bij deze golflengte is de halo ook waargenomen. De infrarood emissie kan geïnterpreteerd worden als afkomstig van door schokgolven opgewarmd interstellair stof. De vorm van het spectrum, met een maximum bij 60 µm, komt niet overeen met de 'hetere' spectra waargenomen bij de jonge supernova resten Cas A, Tycho en Kepler; dit duidt erop dat G292.0+1.8 later ontstaan moet zijn.

3. Planetaire Nevels.

Pottasch en medewerkers hebben diverse technieken toegepast bij hun studie van verschillende eigenschappen van planetaire nevels. Slechts enkele aspecten komen hier ter sprake; voor andere

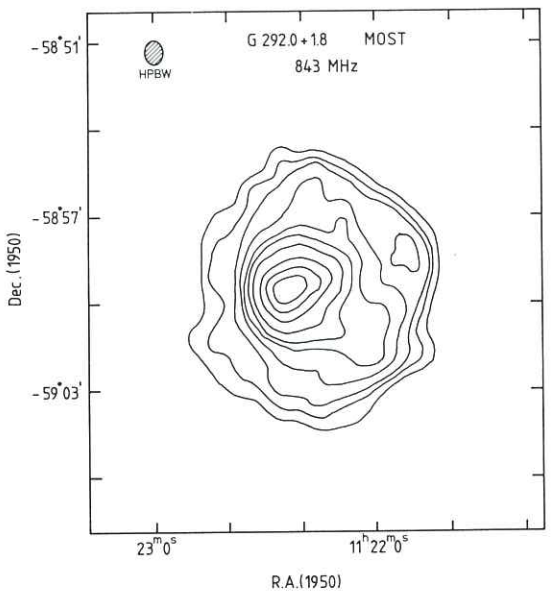


Fig. 3.3.3.
De supernova rest G292.0+1.8, waargenomen bij 36 cm golflengte met de Molongo Synthese Telescoop. The supernova remnant G292.0+1.8 mapped at 36 cm wavelength with the Molongo Synthesis Telescope (Braun, Caswell, Clark, Goss, Murdin, Roger).

wordt verwezen naar het Jaarverslag van de Subfaculteit Sterrenkunde Groningen.

a. Afstanden.

Met het proefschrift van R. Gathier werd een project van 5 jaar afgesloten. Daarin werden afstanden volgens diverse methoden bepaald en vergeleken. In samenwerking met Pottasch en J.W. Pel mat Gathier afstanden door vergelijking van de extinctie van het licht van planetaire nevels met de extinctie van sterren in de omgeving die op verschillende afstanden staan. Gathier, Pottasch en Goss bepaalden afstanden door meting met de WSRT van absorptie in de 21 cm lijn. Beide studies werden voor publicatie gereedgemaakt. Een belangrijke conclusie van dit werk is, dat de absolute helderheid van vele planetaire nevels kleiner moet zijn dan op theoretische gronden werd verwacht. Aangezien de beide toegepaste methoden onafhankelijk zijn en elk een veel hogere nauwkeurigheid hebben dan vroegere methoden, verdient dit resultaat vertrouwen.

b. Ruimtelijke verdeling en geboortecijfer.

Pottasch en C. Bignell (VLA) begonnen een nieuw project gericht op planetaire nevels in de buurt van het Melkwegcentrum. De eerste meetserie - 225 velden, met de C-array op 6 cm - leverde ongeveer 300 detecties op. De waarnemingen zijn in bewerking.

Een hiermee samenhangend project, bestaand uit identificatie van planetaire nevels op IRAS kaarten, werd begonnen door Pottaşch, Wesselius en Olling.

4. OH/IR-sterren.

Baud en Herman (Leiden) voltooiden hun kartering van OH/IR sterren met de VLA. De uit deze kaarten afgeleide hoekafmetingen werden gecombineerd met lineaire afmetingen, afgeleid uit faseverschuivingen in de radiofluxvariaties die in Dwingeloo jarenlang waren gevolgd. De combinatie leverde voor een tiental objecten een nauwkeurige afstandsbepaling op.

Baud, Habing (Leiden) en Herman (ESTEC) probeerden met de VLA radiocontinuumstraling van deze OH/IR sterren te meten. Het resultaat was negatief. De atmosferen van deze sterren bevatten dus weinig geïoniseerd gas.

Dezelfde objecten werden ook met IRAS waargenomen.

5. Het Galactisch Centrum.

Nieuwe waarnemingen met de VLA van het continuum en de H76α recombinatielijn in het galactisch centrum zijn in Groningen geanalyseerd. De 2 cm lijnwaarnemingen met hoge gevoeligheid waren

al in 1983 uitgevoerd. De calibratie en 'cleaning' zijn gedaan op de VLA door J.H. van Gorkom. De waarnemingen werden verder verwerkt in Groningen met het interactieve beeldverwerkingssysteem GIPSY door J.D. Bregman (Dwingeloo) en U.J. Schwarz. De verhoogde gevoeligheid bracht de volgende nieuwe feiten aan het licht over de zo genaamde 'mini-spiraal-arm':

(a) De zuidelijke arm blijkt naar het noorden door te lopen, zonder verbinding met het centrum (zie figuur 3.3.4). Verder buigt deze arm naar het oosten en reikt dan bijna tot aan het centrum.
(b) Bovenop deze achtergrond-arm zijn er nog wat kleinere wolken te zien, en tevens nog twee opvallende structuren:
    - een sterke 'Noordelijke arm' met een grote gradiënt in snelheid
    - een 'Oostelijke arm'.
(c) Dichtbij het centrum is zwakke emissie waargenomen, gedeeltelijk overeenkomend met de NeII resultaten van Lacy et al. (1980); bijzonder interessant is het object met een snelheid van -230 km/s. De lage lijn-intensiteiten duiden op hoge electron-temperaturen in de buurt van het centrum (15000K).

De interpretatie van deze waarnemingen is nog steeds onzeker. Een van de mogelijke verklaringen is dat moleculaire wolken aangetrokken worden door een grote massa-concentratie in het galactisch centrum (zwart gat ?). De achtergrondbron kan gemodelleerd worden door een stroom graviterende deeltjes (Quinn, 1984). Daartegenover staat dat 2-dimensionale gasdynamische berekeningen door R. Bottema en R.H. Sanders aan invallende wolken veel van de hier waargenomen verschijnselen kunnen verklaren aan de hand van de complexe bewegingen van het gas dat langs het centrum stroomt en daarna in tegengestelde richting wordt versneld. In figuur 3.3.5 zijn een aantal stadia van de oorspronkelijk bolvormige gaswolk weergegeven. In een bepaald stadium vertoont het gas drie armen; de radiële snelheidscomponent (gezien vanuit een bepaalde hoek) kan vergeleken worden met de (oude) recombinatielijn waarnemingen en kan veel van de waargenomen eigenschappen verklaren (zie figuur 3.3.6).

Deze modelberekeningen, en die van Quinn, laten zien dat het model van invallende gaswolken goed in overeenstemming met de waarnemingen te brengen is. Daar staat tegenover dat het aantal vrijheidsgraden in deze modellen zo groot is, dat in principe geen onderscheid gemaakt kan worden met andere modellen, zoals bijvoorbeeld een aan precessie onderhevige bundel, of een roterende schijf.

Waarnemingen van vele lijnen in het nabije infrarood in de bron IRS 16 (in het centrum) tonen zeer brede lijnprofielen (tot 2000 km/s). Geballe heeft verschillende van deze lijnen met UKIRT waargenomen en het exitatie mechanisme geanalyseerd.

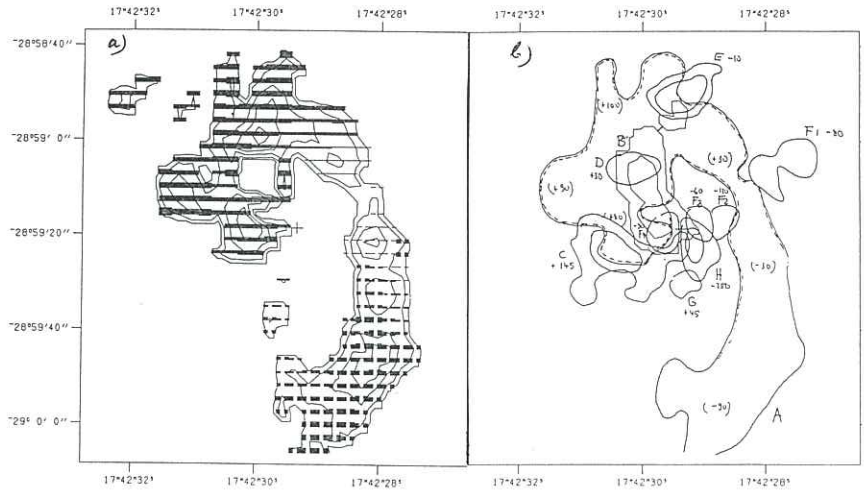


Fig. 3.3.4.

a) VLA-waarneming van de H76α recombinatielijn in Sgr A. Alleen de wijdverspreide achtergrondstraling is hier geillustreerd. De arcering geeft de radiele snelheden.

b) Schets van de achtergrond en van de daarop gesuperponeerde structeren (noordelijke arm, oosterlijke arm en enkele kleinere wolken); de getallen geven radiële snelheden.

a) VLA observation of the H76α recombination-line intensity in the Sgr A background feature. The shading gives the velocity.

b) Outline of the background feature and superposed the auxiliary features (North arm, East arm and some small clouds) (Van Gorkom, Schwarz and Bregman).

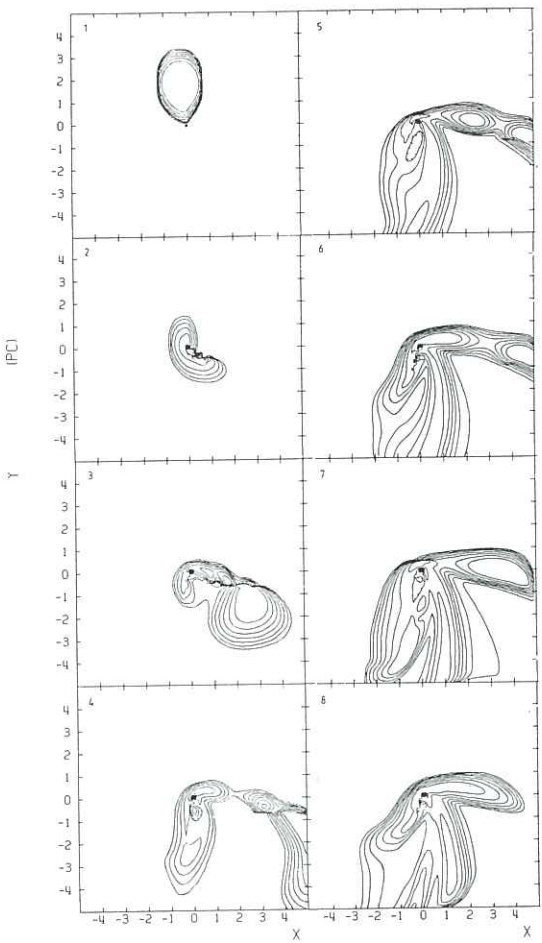


Fig. 3.3.5.

Vervorming van een wolk die naar het melkwegcentrum valt. Logaritmische dichtheidscontouren na verloop van 1) 7800, 2) 14200, 3) 20900, 4) 31900, 5) 42800, 6) 50000, 7) 60700 8) 73500 jaren. Beginsnelheid van de wolk 225 km/s; in het centrum bevindt zich een zwart gat van 10^7 zonsmassa's. Bij een zwart gat van 5×10^6 $M_\odot$ gelden de figuren als tijden en afmetingen ook worden gehalveerd.

Time sequence for a cloud falling into the Galactic Centre. The mass of the central black hole is 10^7 $M_\odot$, the initial velocity of the cloud was 225 km/s. Logarithmic density contours are shown after the following times: 1) 7800, 2) 14200, 3) 20900, 4) 31900, 5) 42800, 6)50000, 7) 60700, 8) 73500 years. For a black-hole mass of 5×10^6 $M_\odot$ the figures are valid if the linear dimensions and the time are divided by a factor 2 (R. Bottema and R.H. Sanders).

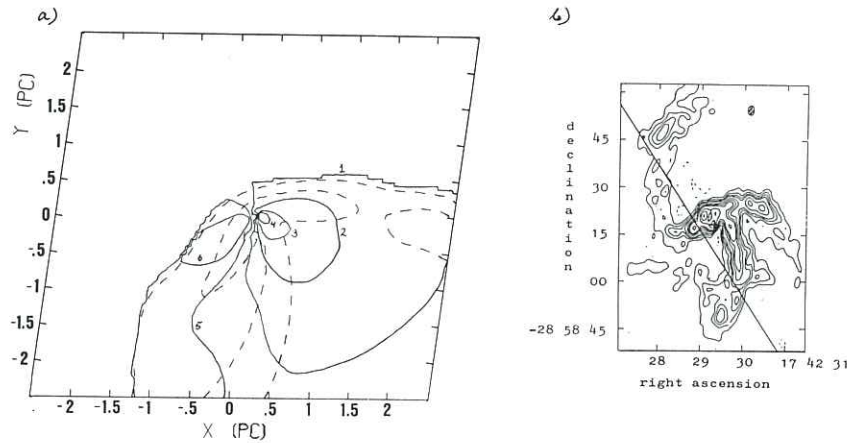


Fig. 3.3.6.

Links: Berekende radiële snelheden, voor een wolk die naar het Melkwegcentrum valt, na verloop van 25000 jaar; het zwarte gat heeft een massa van 5×10^6 $M_\odot$ (vgl. deel 6 van figuur 3.3.5.). De hoek tussen het hemelvlak en het vlak van de gas-stroming is 30°. De gebroken lijnen zijn dichtheids-contouren. De volgetrokken lijnen geven snelheidscontouren: 1) 0, 2) +75, 3) +150, 4) +225, 5) -75, 6) -150 km/s.

Rechts: Waargenomen 2 cm straling van het Melkwegcentrum, op dezelfde schaal. Het Noorden is aan de onderkant, het Oosten rechts. Voor de bijbehorende snelheden zie figuur 3.3.4b.

Left: Radial velocity components for a model cloud falling into the Galactic Centre. The mass of the black hole is 5×10^6 $M_\odot$ and 25000 years have passed (cf. panel 6 in figure 3.3.5.). The angle between the sky and the plane in which the gas is streaming is 30°. The broken lines are density contours. Full contours show radial velocities: 1) 0, 2) +75, 3) +150, 4) +225, 5) -75, 6) -150 km/s. (Bottema and Sanders)

Right: The observed 2 cm map of the Galactic Centre, at the same scale (Ekers, van Gorkom, Schwarz and Goss). Note: North is downwards, East at right. The velocities can be found in figure 3.3.4b.

6. Waterstofwolken met hoge snelheden (HVC's).

Het Groningse onderzoek aan HVC's ging een nieuwe fase in, voornamelijk door de volgende ontwikkelingen:
- B.P. Wakker is gestart met een ASTRON-project betreffende de kleine schaalstructuur en fysische processen in HVC's;
- er konden optische spectra met hoge resolutie worden gemaakt van de Ca+ (en Na) lijnen in veranderlijke en horizontale-tak (BHB)-sterren, in het kader van het project om afstanden van HVC's te bepalen.

a. Ca+ en Na waarnemingen.

Drie waarneemrondes waren toegekend aan van Woerden en Schwarz, twee op de AAT samen met J.G.Robertson en D.C. Morton (AAO, Australië) en één op La Palma samen met R.S. le Poole.

Om deze waarnemingen te kunnen doen werden eerst geschikte achtergrond objecten gezocht: RR Lyrae sterren, Cepheïden, horizontale-tak sterren en quasars. Het detecteren van een absorptielijn op de juiste snelheid stelt een bovenlimiet aan de afstand van de HVC (namelijk de afstand van de ster); non-detectie geeft een onderlimiet voor de afstand of een bovenlimiet voor de abundantie. Om te discrimineren tegen de limiet in de abundantie zijn waarnemingen in de richting van extragalactische objecten van groot belang, ingeval geen absorptie wordt gevonden in de richting van een ster. De selectie van geschikte achtergrond objecten werd gedaan door de nieuwe Dwingeloo HVC-survey van A.N.M. Hulsbosch (Nijmegen) te correleren met ster- en QSO catalogi. Een (korte) lijst van BHB-sterren werd beschikbaar gesteld door R.F.Green (Steward Observatory). Uit deze gegevens werd een lijst samengesteld bestaande uit ongeveer 350 objecten. Voor vele daarvan werden 21 cm profielen gemeten met de 64 meter-radiotelescoop te Parkes (Australië) door J.D. Murray en medewerkers; bedoeling daarvan was, nauwkeuriger informatie over het hoge-snelheidsgas in de richting van de sterren af te leiden dan in Hulsbosch' survey beschikbaar was.

Een groot deel van de 8 toegewezen nachten op de AAT en INT met gebruik van spectrografen met hoge resolutie en IPCS-detectoren waren bruikbaar en resulteerden in vele spectra van hoge kwaliteit. Tot dusver werd nog geen absorptie door HVC's in deze sterspectra waargenomen, doch er werd een zekere lijn in een QSO-spectrum gevonden (zie figuur 3.3.7); in een ander QSO-spectrum is waarschijnlijk ook een detectie gedaan. Dit resultaat is van groot belang, omdat het aantoont dat Ca-ionen in HVC's voorkomen (een feit dat a priori helemaal niet zeker was); de verhouding Ca+/HI is in de HVC van figuur 3.3.7 zelfs groter dan in gas bij lage snelheden! Dit feit geeft vertrouwen dat de Ca-lijnen geschikt zijn om afstanden van HVC's te leveren. De RR Lyrae sterren hebben meestal zo veel smalle stellaire lijnen dat de waarschijnlijkheid om een schoon gebied te vinden rondom de snelheid van de HVC klein

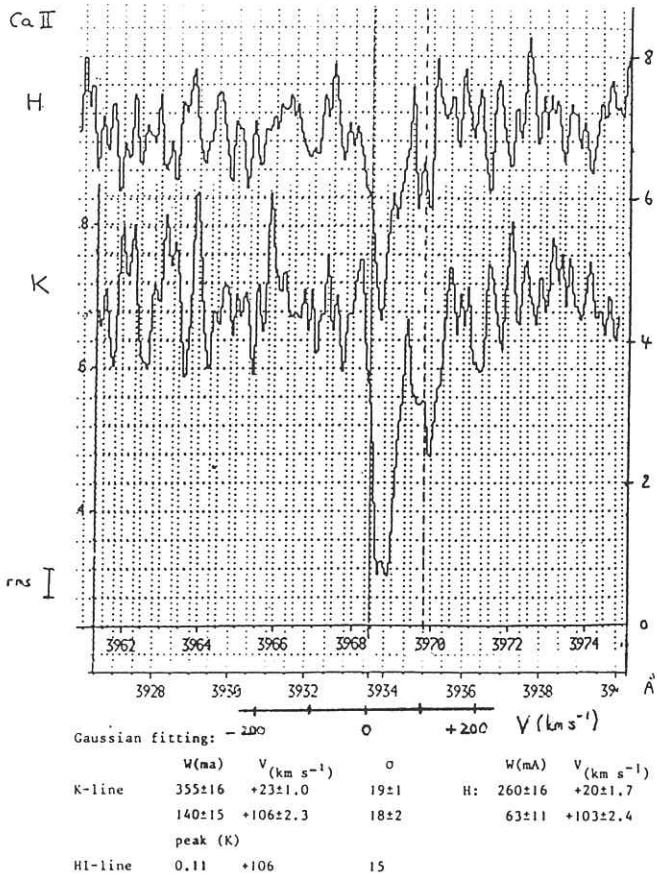


Fig. 3.3.7.

Profielen van de CaII K- en H-lijnen in het spectrum van de quasar 0837-120, verkregen met de Anglo-Australian Telescope. Beide profielen hebben een component bij +20 km/s, afkomstig van gas met lage snelheden, en een bij +105 km/s, afkomstig van een hoge-snelheidswolk uit Hulsbosch' 21 cm survey.

Two sections of about 13 A length from the spectrum of the quasar 0837-120 obtained at the Anglo-Australian Telescope. The sections are aligned so that the CaII K- and H-lines at 3934 and 3968 A have the same velocity scale (LSR). Both lines show two components: one near +20 km/s, due to low-velocity gas, and one near +105 km/s, due to a HVC identified at 21 cm; see the parameters of gaussian fits (Schwarz, van Woerden, Robertson, Morton, Hulsbosch and Murray).

is. Echter, de meeste van deze lijnen verdwijnen wanneer de ster wordt waargenomen in het maximum. De spectra van BHB-sterren hebben minder stellaire lijnen. Bovendien komen deze sterren waarschijnlijk meer voor dan RR Lyrae's, maar we hebben slechts een beperkte verzameling tot onze beschikking vanwege de incompleetheid van surveys van deze sterren.

b. Westerbork Waarnemingen.

WSRT waarnemingen van een aantal HVC's met 1 boogminuut en 2 km/s resolutie werden in april voorgesteld. De toewijzing van 1x12 uur voor 8 velden betekent dat de WSRT nu de meeste van de heldere HVC's heeft waargenomen (behalve velden in complex C, dat een zeer gecompliceerde structuur op grotere schaal heeft).

Tengevolge van de vertraging in de reductie te Dwingeloo kwamen de gegevens niet voor het einde van het jaar beschikbaar.

Waarnemingen van AIV met hoge-resolutie.

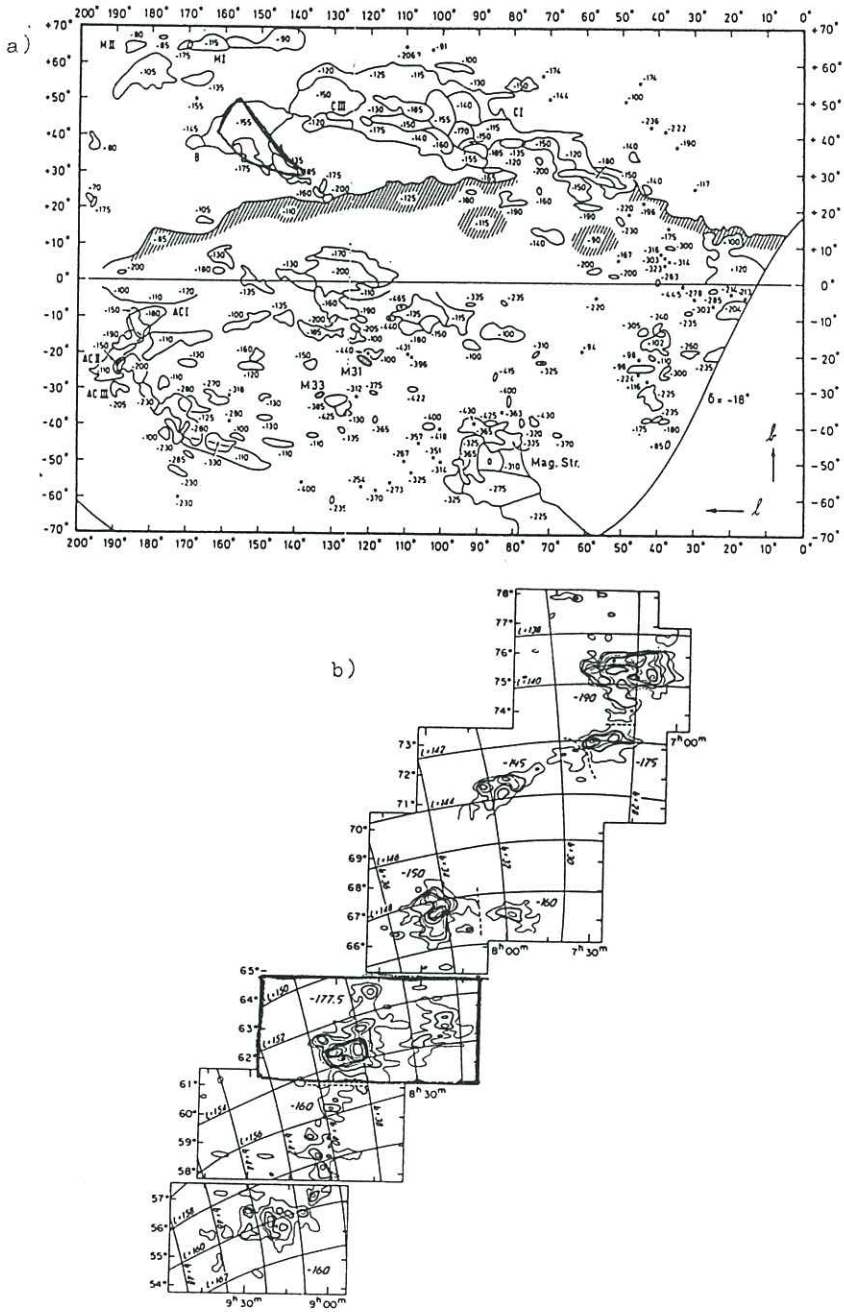
Oudere waarnemingen van HVC AIV werden bestudeerd door Wakker en Schwarz. Het bleek dat de structuur van deze HVC simpel te noemen is. De sterkste emissie komt van gas met de meest negatieve snelheden, terwijl zwakkere emissie bij minder negatieve snelheden voorkomt in het centrale gebied. De concentraties zijn lineair van structuur.

Problemen worden veroorzaakt door een component bij lage snelheid welke over gas van hogere snelheid heen ligt, zodat er dubbele profielen optreden. De componenten zouden kunnen worden gescheiden door gaussfits te maken aan de lijnprofielen.

Het grootste probleem echter is de aanwezigheid van de zogenoemde 'negative bowl' in de kanaalkaarten, een inzakking van het nulniveau, veroorzaakt door de missende informatie op korte basislijnen. Een studie van dit probleem geeft aan dat het CLEAN algoritme dit probleem grotendeels kan oplossen. De 'negative bowl' is nog niet verwijderd in figuur 3.3.8d, welke de WSRT totale waterstofkaart van AIV geeft.

Waarnemingen in de richting van M56.

In 1981 hebben Birkinshaw, Ho en Baud een verzameling bolvormige sterrenhopen waargenomen met de 300 m telescoop van Arecibo, in een poging om HI emissie te vinden welke is geassocieerd met bolvormige sterrenhopen. De meest intense straling werd geobserveerd in de richting van M56 (ℓ=62°.7, b=+8°.3). Het spectrum bestond uit drie componenten: 1) een plateau dat zich uitstrekt van -80 tot -150 km/s (LSR-snelheden), geïdentificeerd met de Buitenarm; 2) een piek bij -124 km/s met een breedte van ≈8 km/s, welke geïdentificeerd werd als een HVC; 3) een piek bij -134 km/s. Daar het verschil in snelheid tussen de laatstgenoemde component en de LSR-snelheid van de bolvormige sterrenhoop (-138 km/s) klein


a)
MII
MI
CIII
CI
B
ACI
ACII
ACIII
M33
M31
Mag. Str.
δ = -18°
b)

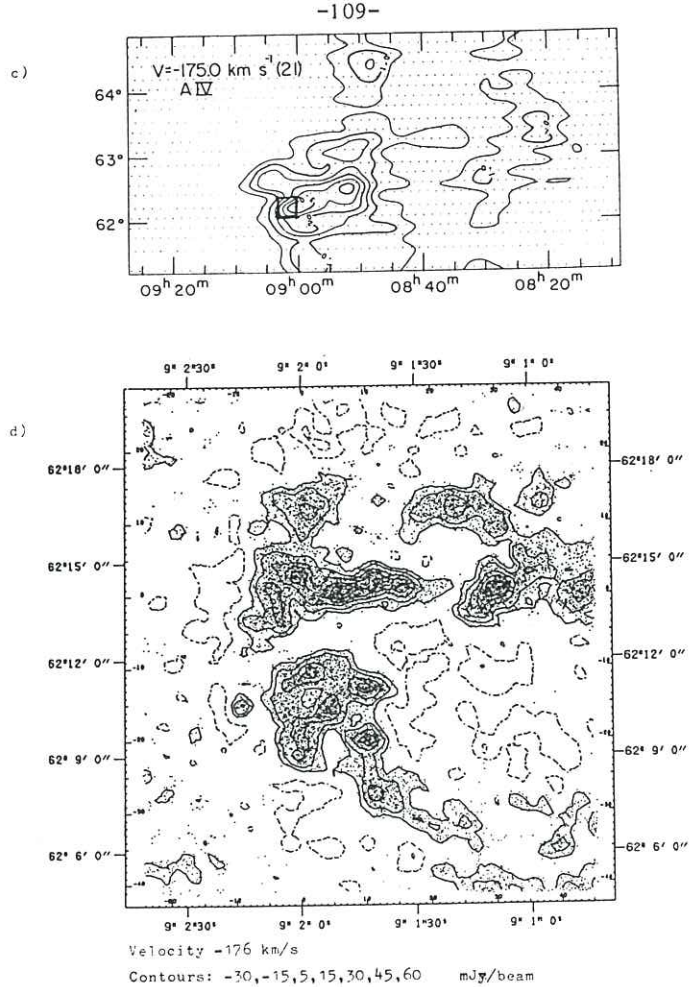


Fig. 3.3.8.

Inzoomen op HVC AIV. Op elke kaart is het gebied van de volgende aangegeven. Figuur 3.3.8a geeft de resultaten van Hulsbosch' Dwingeloo survey welke een resolutie van 36' en 16 km/s heeft. Figuren 3.3.8b en 3.3.8c zijn gemaakt met 10' en 1,7 km/s resolutie door de Green Bank telescoop. Figuur 3.3.8d is de WSRT kaart met 1' en 2,1 km/s resolutie.

Zooming in on HVC AIV. In each map the area of the next smaller map is indicated. Figure 3.3.8a represents the results of Hulsbosch's Dwingeloo survey at a resolution of 36' and 16 km/s. Figures 3.3.8b and 3.3.8c are at a spatial resolution of 10' and a velocity resolution of 1.7 km/s, recorded at Green Bank. Figure 3.3.8d is the WSRT map at 1' and 2.1 km/s resolution (Wakker and Schwarz).

werd een poging gedaan om het gebied rondom de sterrenhoop in meer detail waar te nemen met de WSRT, met een resolutie van 1'. De identificatie van de eerstgenoemde twee componenten werd verkregen uit het artikel van Kepner (1970), ze worden door haar O en R genoemd.

De Westerbork waarnemingen werden geanalyseerd door Wakker. In deze gegevens zijn twee componenten zichtbaar: een uitgebreide structuur op snelheden lager dan -110 km/s, geidentificeerd met de Buitenarm; en een component met halfwaardebreedte ≈8 km/s gecentreerd op -118 km/s, geidentificeerd met de HVC. De -134 km/s component van Arecibo werd niet gedetecteerd in Westerbork.

Dit conflict kan niet worden verklaard door de bekende problemen, welke zijn: 1) een sterke (1,5 Jy) puntbron is in het veld aanwezig (waarschijnlijk 3C399.1); 2) de HVC heeft structuur op een schaal vergelijkbaar met de straal van de eerste traliering (10'); 3) het antennepatroon dat wordt gebruikt voor het 'cleanen' is nogal rommelig, zodat de procedure minder betrouwbaar wordt. Het is mogelijk dat er wat aan dit probleem kan worden gedaan. De meest waarschijnlijke verklaring voor het niet waarnemen van de -134 km/s component door de WSRT is dat er een fout is gemaakt tijdens de Arecibo waarnemingen. Dit wordt ondersteund door de opmerking in het artikel van Birkinshaw, Ho en Baud dat zij bij een andere bron een aantal malen een niet-reële component zagen.

De structuur van de HVC lijkt op die van AIV, doch is minder geprononceerd: een lineaire structuur op elke afzonderlijke snelheid, met een tweezijdige gradiënt van lagere snelheden in het centrum naar meer negatieve snelheden aan de randen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 3.3.9, waar twee representatieve kanaalkaarten, de totale HI kaart en het snelheidsveld worden getoond. De interpretatie van het snelheidsveld wordt gehinderd door de kleine straal van de eerste traliering. Een beter begrip van fouten in het apertuur- en kaartvlak en/of nieuwe waarnemingen zijn noodzakelijk om meer vertrouwen te krijgen in de resultaten.

c. Stof in HVC's?

De beschikbaarheid van IRAS waarnemingen maakt het mogelijk te zoeken naar stof in HVC's. Voor vier HVC's werden voorlopige kaarten van de straling bij 60 en 100 μm gemaakt. In alle vier blijkt de infrarode (IR) stralingsintensiteit gecorreleerd met de totale kolomdichtheid van waterstofgas (waarvan het leeuwendeel lage snelheden heeft); een correlatie van IR intensiteit met het HVC-gas werd niet gevonden. De HVC's bevatten dus minder stof dan gewoon gas, of ze liggen zo ver weg dat ze onvoldoende worden verhit door het interstellaire stralingsveld. Dit wordt verder onderzocht.

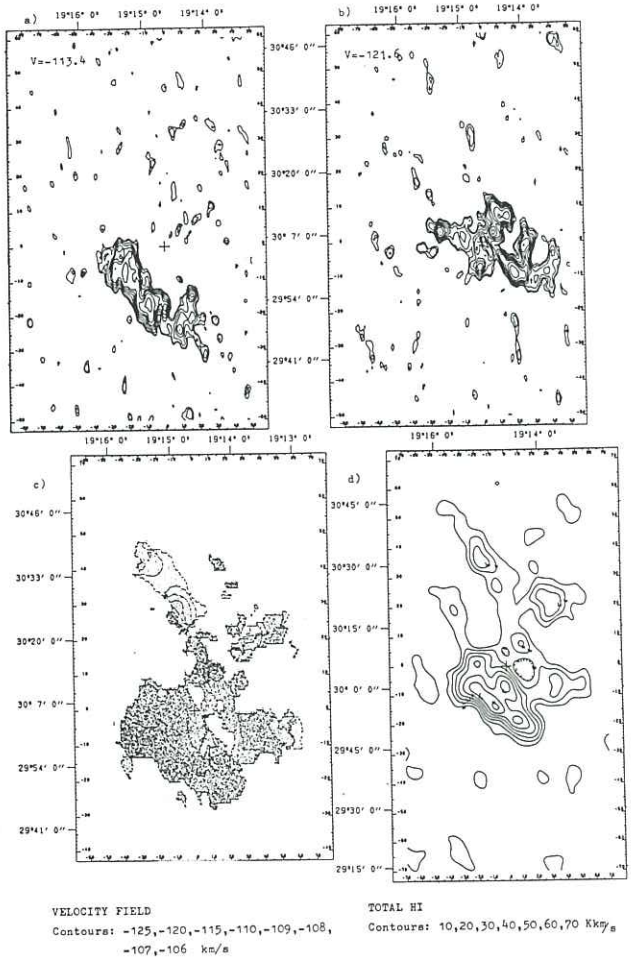


Fig. 3.3.9.

WSRT waarnemingen van HI in de richting van M56. Figuren 3.3.9a en 3.3.9b geven twee kanaalkaarten, waarbij de positie van de bolvormige sterrenhoop wordt aangegeven door het kruis in het centrum. De gevoeligheid van de waarnemingen is ongeveer 6 mJy/-bundel. Figuur 3.3.9c geeft het snelheidsveld met contouren en grijsschaal. Figuur 3.3.9d is de totale HI kaart van -100 tot -140 km/s na cleanen.

WSRT observations of HI towards M56. Figures 3.3.9a and 3.3.9b show two channel maps, the cross in the centre is the position of the globular cluster. The sensitivity is about 6 mJy/-beam. Figure 3.3.9c gives the velocity field coded as contours, and as a grey-scale plot. Figure 3.3.9d is the total integrated HI from -100 to -140 km/s after cleaning (Wakker and Schwarz).

3.3.3. Extragalactisch onderzoek.

1. Buitengebieden van sterrenstelsels; rotatie en massaverdeling.

In 1984 werd het onderzoek aan het spiraalstelsel NGC 3198, waargenomen met de WSRT in 1982 in het kader van een ASTRON-project om de kinematica en de fysische eigenschappen van het neutrale waterstofgas in de buitendelen van sterrenstelsels te bestuderen, door K. Begeman afgesloten. Dankzij de hoge gevoeligheid van de WSRT en nieuwe methoden om de rotatiekromme te bepalen (de zogenaamde tilted-ring-fitting methode), is het gelukt om rotatiesnelheden tot op afstanden van 11' van het centrum van het stelsel te bepalen (zie Jaarverslag 1983, figuur 3.3.6). De nauwkeurigheid waarmee de rotatiesnelheden bepaald werden, samen met het feit dat uit optische gegevens (van der Kruit) bleek dat de lichtverdeling in dit stelsel zeer goed kan worden voorgesteld door een exponentiële schijf met een schaal-lengte van 1', maakt dit stelsel uitermate geschikt voor model-analyse van de massa-componenten. T.S. van Albada, J.N. Bahcall, K. Begeman en R. Sancisi toonden aan dat de rotatiekromme zeer goed verklaard kan worden met een expontiële schijf en een vier maal zo zware (donkere) halo.

Verder zijn in het kader van dit project in 1984 twee andere stelsels waargenomen met de WSRT. Dit zijn de stelsels NGC 7331 en NGC 5371. NGC 7331 is een Sb-stelsel dat ook door Bosma (Proefschrift Groningen, 1978) al is waargenomen met de WSRT en de 80-kanaals spectrometer bij een oplossend vermogen van 30". De nieuwe waarnemingen hebben een factor vier hogere gevoeligheid en een factor twee hoger oplossend vermogen dan Bosma's waarnemingen. Ook NGC 5371 is reeds eerder waargenomen met de WSRT (Wevers, proefschrift Groningen, 1984) bij een oplossend vermogen van 30". De nieuwe waarnemingen geven hier een verbetering met een factor twee in oplossend vermogen. Uit de eerdere waarnemingen blijkt dat beide stelsels een zeer regelmatig snelheidsveld hebben en dat hun rotatiekrommen nagenoeg vlak zijn, evenals bij NGC 3198. Momenteel wordt nog aan de eerste reductie van deze nieuwe gegevens gewerkt, maar verwacht mag worden dat voor deze twee stelsels even betrouwbare rotatiekrommen afgeleid kunnen worden als voor NGC 3198.

2. Verticale bewegingen in spiraalstelsels.

P.C. van der Kruit en G.S. Shostak hebben hun studie van de snelheidsdispersie in van boven waargenomen ("face-on") spiraal stelsels in 1984 afgesloten met het publiceren van hun tweede en derde artikel over dit onderwerp. Drie stelsels werden met de WSRT in de 21 cm lijn waargenomen, te weten NGC 628, 1058 en 3938. Deze stelsels werden waargenomen met het grootst mogelijke ruimtelijk oplossend vermogen en een snelheidsresolutie van 8,3 km/s. Dit project leverde de volgende resultaten op:

(1) de snelheidsdispersie in spiraalstelsels is in de orde van grootte van 7-10 km/s, waarbij de hoogste waarden voorkomen in gebieden waar sterke stervorming optreedt.
(2) wanneer deze resultaten gecombineerd worden met de waargenomen verdikking van de HI schijf, zoals gemeten in ons Melkwegstelsel en NGC 891, dan kan hieruit geconcludeerd worden dat slechts een vijfde tot een derde gedeelte van de totale massa binnen de optische afmetingen van het stelsel in de schijf te vinden is. Dit is een sterk bewijs dat het grootste gedeelte van de massa in spiraalstelsels zich buiten de schijf bevindt.

3. Massaverdeling in stelsels met lage absolute helderheid.

Samen met K.C. Freeman (Mount Stromlo Observatory, Australië) heeft C. Carignan het onderzoek van de massaverdeling van drie stelsels in de Sculptor Groep, te weten NGC 7793, 247 en 300, afgerond (zie figuur 3.3.10). De drie stelsels hebben een absolute magnitude van ongeveer -18. Van deze stelsels werden de rotatiekrommes berekend, en vervolgens werden met behulp van deze krommes de massaverdelingen bepaald. Het blijkt dat voor NGC 7793 slechts één massacomponent nodig is (een schijfcomponent) om de rotatiekromme, die tot aan een straal van slechts 0,75 R_o bepaald is, te verklaren, terwijl voor de andere twee stelsels een extra (donkere) component nodig is. In deze twee stelsels is de rotatie kromme bepaald tot aan 1,5-2,0 R_o. Deze donkere component werd gemodelleerd met een isotherme bol, waarvoor geprobeerd werd schattingen te maken van de kernstraal r_c en de snelheidsdispersie σ_v.

Ook werd een analyse gemaakt van de massaverdeling in het Magellaanse stelsel NGC 3109, met een absolute magnitude van -17. Hier is de neutrale waterstof waargenomen (met de Parkes telescoop) tot aan 3 R_o. In dit laat-type stelsel bestaan nog onzekerheden over de massaverdeling, aangezien de preciese ruimtelijke verdeling van de neutrale waterstof, die een aanzienlijke hoeveelheid massa bijdraagt in dit systeem, vanwege de lage resolutie niet bekend is. Nieuwe waarnemingen van dit stelsel, met de VLA gedaan in juli 1984, zullen mogelijk dit probleem oplossen.

Hoewel de rotatiekrommen van deze stelsels zich over een aantal schaallengtes van de schijf uitstrekken, is er toch niet voldoende informatie om de zogenaamde 'turnover'-straal van de isotherme bol te definiëren. In het gebied waar wel voldoende rotatiegegevens beschikbaar zijn is de bijdrage van de isotherme bol niet significant verschillend van rotatie als een vast lichaam. Daarom kunnen alleen ondergrenzen voor r_c en σ_v bepaald worden; deze liggen ongeveer in de volgende intervallen: $10 < r_v <$ 22 kpc en $40 < \sigma_v < 100$ km/s. Daar tegenover staat dat de centrale dichtheid wel goed bepaald kan worden; deze ligt in het interval $0{,}002 < \rho_o < 0{,}004\ M_\odot pc^{-3}$.

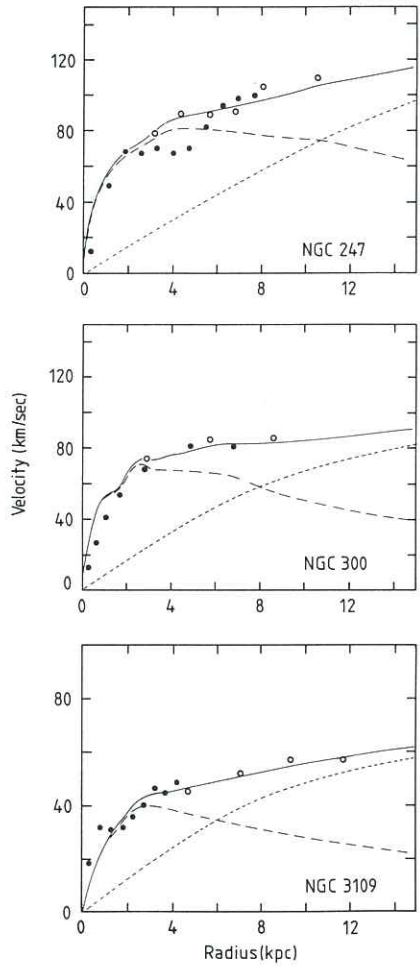


Fig. 3.3.10.

Rotatiekrommen en massamodellen voor drie stelsels met lage absolute helderheid. Stippen en cirkels geven de waargenomen snelheden aan. De gestreepte krommen geven de bijdragen van de optische schijven weer, de gestippelde krommen de bijdragen van de isotherme halo's en de doorgetrokken krommen de som van beide componenten.

Rotation curves and mass models for three low-luminosity galaxies. Observed velocities are shown by dots and circles. The dashed curves are the contributions of the luminous disks, the dotted curves are for the isothermal halos, and the solid lines represent the sum of the two components (C. Carignan and K.C. Freeman).

Gecombineerd met de vorig jaar besproken resultaten voor het stelsel UGC 2259, dat een absolute magnitude van -16 heeft, kan geconcludeerd worden dat in stelsels met een lage absolute helderheid er gemiddeld evenveel donkere halo materie aanwezig is als 'zichtbare' massa van de schijf. Dit is vergelijkbaar met de hoeveelheid donkere halo materie in heldere Sc stelsels met $-21 < M < -19$, waar 20% meer donkere massa is gevonden. Hieruit mag geconcludeerd worden dat de verhouding van donkere materie tot zichtbare materie niet afhangt van de absolute helderheid van een stelsel.

4. Onregelmatige dwergstelsels in de Lokale Groep.

Samen met J.S. Albinson (Dwingeloo) heeft Van Woerden het onderzoek aan onregelmatige dwergstelsels in de Lokale Groep voortgezet. Waarnemingen met de WSRT leverden kaarten op van de HI-verdeling en het snelheidsveld bij een oplossend vermogen van ongeveer 100pc, wat het mogelijk maakt de groot-schalige struktuur en dynamica zowel als de klein-schalige struktuur in samenhang met gebieden van stervorming te bestuderen.

Voor de dwergstelsels in Pegasus, Aquarius en Sagittarius werden voorlopige kaarten van de gasverdeling en het snelheidsveld afgeleid. Deze kaarten vertonen betrekkelijk weinig detail, maar zullen hopelijk een bepaling van de rotatiekromme en massaverdeling in deze zeer zwakke stelsels ($M \approx -14$ tot -10) mogelijk maken. In NGC 6822 (vanwege zijn zuidelijke declinatie met de VLA waargenomen) en IC 1613 is veel meer detailstructuur te zien.

Dit onderzoek wordt vervolgd in samenwerking met E.D. Skillman, die onlangs aan de SRZM staf is toegevoegd. In een project samen met Van Woerden en R. Terlevich (Royal Greenwich Observatory) heeft Skillman het dwergstelsel in Sextans (A1008-04) waargenomen met de VLA. Een plot van intensiteit als functie van rechte klimming en radiële snelheid bij een constante declinatie toont de aanwezigheid van twee gescheiden componenten; de aard hiervan is nog onduidelijk.

5. Het onregelmatige stelsel NGC 1569.

W. van Driel en P. Graansma hebben samen met F.P. Israel (Leiden) de neutrale waterstof in het nabije onregelmatige stelsel NGC 1569 waargenomen met de WSRT.

Dit Magellaans type stelsel vertoont een aantal merkwaardige eigenschappen: het heeft twee stellaire (?) objecten in de nabijheid van het centrum en een stelsel van radiële Hα filamenten. Eerdere Westerbork waarnemingen hebben laten zien dat dit stelsel een asymmetrische HI-verdeling heeft, die zich veel verder uitstrekt dan de lichtverdeling. De HII-gebieden in dit stelsel bleken te liggen aan de zuidkant van een rug van HI-emissie. De

nieuwe WSRT waarnemingen werden gedaan met verhoogde ruimtelijke- en snelheidsresolutie.

De nieuwe waarnemingen laten in de verdeling van de neutrale waterstof een smal, diep gat rond de helderste van de twee centrale stellaire objecten zien. Verder vertoont het snelheidsveld ten westen van dit centrale object een onregelmatige structuur, dat waarschijnlijk duidt op de aanwezigheid van een schokfront. In dit gebied, waar het snelheidsveld verstoord is, laten continuumwaarnemingen met de VLA (door Van der Hulst en Israel) een gedeeltelijke schilstructuur rond het centrale stellaire object zien; CCD waarnemingen door Israel tonen aan dat het geioniseerde gas in deze schil een hoge ionisatiegraad vertoont. Alles wijst er op dat het helderste stellaire object in het centrum van NGC 1569 inderdaad een heldere ster of stercluster, geassociëerd met dit stelsel, is.

6. Gas in vroeg-type stelsels.

Van Driel en Van Woerden hebben hun onderzoek naar de ruimtelijke verdeling en beweging van atomair waterstofgas in gasrijke SO-stelsels, door middel van Westerbork waarnemingen in de 21 cm lijn, voortgezet. De resultaten voor het SO/a stelsel NGC 7013 zijn reeds gepubliceerd (Knapp, van Driel, van Woerden, Schwarz, Gallagher 1985), en artikelen over NGC 3998 en NGC 4262 zijn geaccepteerd door Astronomy and Astrophysics. De neutrale waterstof in NGC 7013 bevindt zich in een platte schijf iets groter dan de optische schijf. Tevens is een waterstofring in dit stelsel waargenomen, die geassociëerd is met een binnenste optische ring. Het snelheidsveld vertoont een scherpe verandering van de kinematische lange as in de binnengebieden. Aangezien in dit stelsel geen balk is waargenomen, kan de HI-verdeling en het snelheidsveld van NGC 7013 gemodelleerd worden door de binnenste ring een andere inclinatie te geven dan de buitengebieden.

De neutrale waterstof in NGC 3998 blijkt geconcentreerd te zijn in een polaire ring met een diameter van 0,8 maal de optische diameter van het stelsel. De neutrale waterstof in NGC 4262 bevindt zich in een nauwe, nogal klonterige ring met een diameter van 1,8 maal de optische diameter; het gas in deze ring beweegt zich in cirkelbanen rond het centrum onder een hoek van 54 of 79 graden met de stellaire schijf.

Voor twee SO-stelsels werden de WSRT waarnemingen uitgebreid tot volle 12 uur syntheses: NGC 3773, samen met Knapp (Princeton), Krumm (Cincinnati) en Shane (Nijmegen), en NGC 4344 (waarschijnlijk behorend tot de Virgo Cluster), samen met Giovanardi (Florence) en Warmels. Uit eerdere, onvolledige Westerbork waarnemingen bleek dat in deze twee stelsels de neutrale waterstof geconcentreerd is in het centrale gedeelte van de schijf, in tegenstelling tot de meeste andere SO-stelsels, waar het gas zich meer naar

buiten of zelfs helemaal buiten de optische schijf bevindt. Deze nieuwe waarnemingen worden momenteel nog verwerkt.

7. Gas nabij elliptische stelsels.

R. Sancisi, N. Thonnard (Carnegie Institution of Washington) en R.D. Ekers (NRAO) hebben het elliptische stelsel NGC 4472 met de WSRT waargenomen in de 21 cm lijn. Er werd neutraal waterstofgas gevonden tussen een onregelmatig dwergstelsel en het reuzenelliptische stelsel in de Virgo Cluster (zie figuur 3.3.11). De afwezigheid van neutraal waterstof in het dwergstelsel doet vermoeden dat het waargenomen gas van het kleine stelsel moet zijn gekomen. Dit kan veroorzaakt zijn door getijdenwerking tussen de twee stelsels, of doordat de hete halo van gas rondom het elliptische stelsel het dwergstelsel heeft "schoongeveegd". Het is zeer goed denkbaar dat we hier een elliptisch stelsel zien, dat bezig is gas uit zijn omgeving aan te trekken. De aanwezigheid van een kleine dubbele radiobron in het centrum van NGC 4472 zou hier ook iets mee te maken kunnen hebben.

8. Ster-vorming in melkwegstelsels.

Uitgaande van tweedimensionale gegevens bij meerdere frequenties van het spiraalstelsel M33, te weten de WSRT continuum-survey (Viallefond, Goss, Van der Hulst en Crane), de Cambridge survey voor de HI-verdeling, en de oppervlaktefotometrie in het ultraviolet bij een golflengte van 2030 A gemeten met het Franse ballonexperiment, hebben F. Boulanger en F. Viallefond in samenwerking met B. Milliard (Marseille) gezocht naar de oorzaak van de infrarood emissie waargenomen door IRAS. Het bleek mogelijk te zijn zowel de totale infrarood oppervlaktehelderheid als de gradient daarvan te reproduceren als een functie van de afstand tot het centrum van M33 via een consistent model. Het blijkt dat in M33 de emissie in het verre infrarood in hoofdzaak veroorzaakt wordt door thermische straling van stof in diffuse wolken van neutrale waterstof. Dit stof wordt verhit door het ultraviolette (1000-3500A) gedeelte van het spectrum van het interstellaire stralingsveld. Zowel de gradient in dit stralingsveld als de gradient in de abundantie van zware elementen spelen een belangrijke rol in dit model. Dit resultaat maakt het mogelijk de snelheid waarmee sterren gevormd worden op grote schaal te bepalen in M33. Hoewel de resultaten onafhankelijk zijn van de stof modellen, is de herverdeling van de infrarood energie bij de verschillende IRAS golflengtes sterk model afhankelijk. De standaard modellen voorspellen een gradient in de kleurtemperatuur tussen 60 en 100 μm die steiler is dan de waargenomen gradient.

Bij een oplossend vermogen van ongeveer 100 boogseconden is het gelukt een catalogus samen te stellen van ongeveer 50 UV

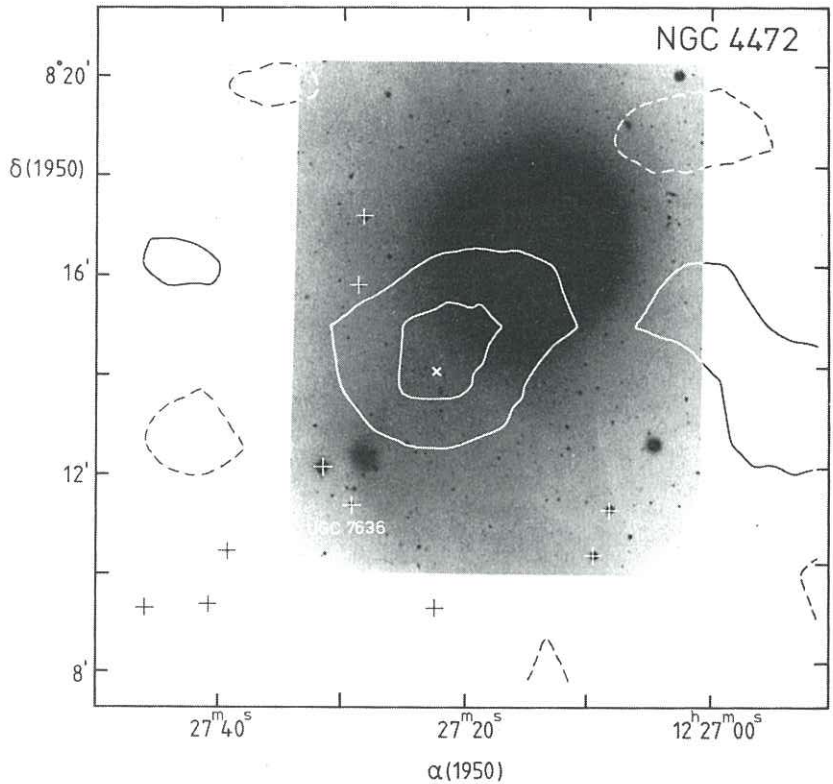


Fig. 3.3.11.
HI-lijn kanaalkaart bij V(hel.)=469 km/s, waargenomen met de WSRT, gesuperponeerd op een foto van NGC 4472 uit Arp's (1966) Atlas of Peculiar Galaxies (plaat 134). De contourwaarden zijn: -5 (streepjes contour), +5 (≈1,5 sigma), +10 mJy/bundel (1 mJy/bundel = 0,02 K). De bundel is rond en 3 boogminuten breed.

HI-line channel map at V(hel.)=469 km/s, obtained with the Westerbork radio telescope, superposed on a photograph of NGC 4472 from Arp's (1966) Atlas of Peculiar Galaxies (picture 134). The contour values are -5 (dashed), +5 (≈1.5 sigma), +10 mJy/beam area (1 mJy/beam area = 0.02 K). The beam is circular and is 3 arcmin wide at half power (Sancisi, Thonnard and Ekers).

bronnen die geïdentificeerd konden worden met een optische bron (associaties van blauwe sterren en/of HII-gebieden). Een groot gedeelte van deze UV bronnen zijn ook gedetecteerd in het radio-gedeelte van het spectrum, en een verdere analyse van deze bronnen leert dat de initiële massaverdeling in deze sterclusters een functie is van de afstand tot het centrum; op grotere afstand van het centrum worden relatief zwaardere sterren gevormd.

Alle waarnemingen betreffende NGC 6946 (figuur 3.3.12), te weten de Westerbork HI-synthese gecombineerd met korte basislijn gegevens uit Penticton, het radio-continuum bij 49 en 21 cm, een H kaart en het optisch continuum bij een golflengte van 6000 A, de CO gegevens waargenomen in Onsala en de IRAS CPC kaarten bij 50 en 100 μm zijn gereduceerd. Met dit materiaal hebben Viallefond en Boulanger een schatting kunnen maken van de radio vrij-vrij emissie, en de extinctie bij een golflengte van 6450 A in kaart gebracht. De eigenschappen van de helderste HII-gebieden zijn bepaald. Verder is er CO gedetecteerd in de richting van op een na al deze HII-gebieden. Het blijkt dat er geen duidelijk verschil is tussen de hoeveelheid CO emissie van deze gebieden en aangrenzende gebieden. Deze grote hoeveelheid gegevens wordt nog verder geanalyseerd met speciale aandacht voor het probleem van de vorming van sterren.

9. Impulsmoment in meervoudige sterrenstelsels.

In 1984 heeft T.A. Oosterloo zijn werk aan het impulsmoment in meervoudige spiraalstelsels voortgezet. Het doel is de ruimtelijke oriëntatie van de impulsmoment vectoren voor deze stelsels te bepalen. Hieruit kunnen aanwijzingen worden gevonden over de oorsprong van het impulsmoment van sterrenstelsels. Aanwijzingen hierover leveren informatie over de vorming van sterrenstelsels.

Om de ruimtelijke oriëntatie van de impulsmoment vector van een spiraalstelsel te kunnen bepalen, moeten minstens twee van de volgende drie stukjes informatie bekend zijn:

1- de bewegingsrichting van de grote as van het sterrenstelsel, d.w.z. welke helft van de grote as beweegt van ons af en welke helft beweegt naar ons toe,
2- welke kant van de kleine as is het dichtst bij de waarnemer,
3- de draaiingsrichting van de schijf geprojecteerd op de hemel (kloksgewijs of niet-kloksgewijs).

De bewegingsrichting van de grote as kan verkregen worden uit lijnwaarnemingen van het stelsel. Waarnemingen van dit soort zijn in 1983 uitgevoerd met de Arecibo radioteleskoop (in samenwerking met Shostak) en in 1983 en 1984 met de Westerbork radioteleskoop. Het grootste deel van de waarnemingen uit 1983 is gereduceerd. De bewegingsrichting van de grote as is nu bekend voor ongeveer 80 stelsels die onderdeel zijn van een meervoudig systeem.

De meest nabije helft van de korte as en de draaiingsrichting van het stelsel kunnen uit een optisch beeld worden bepaald.

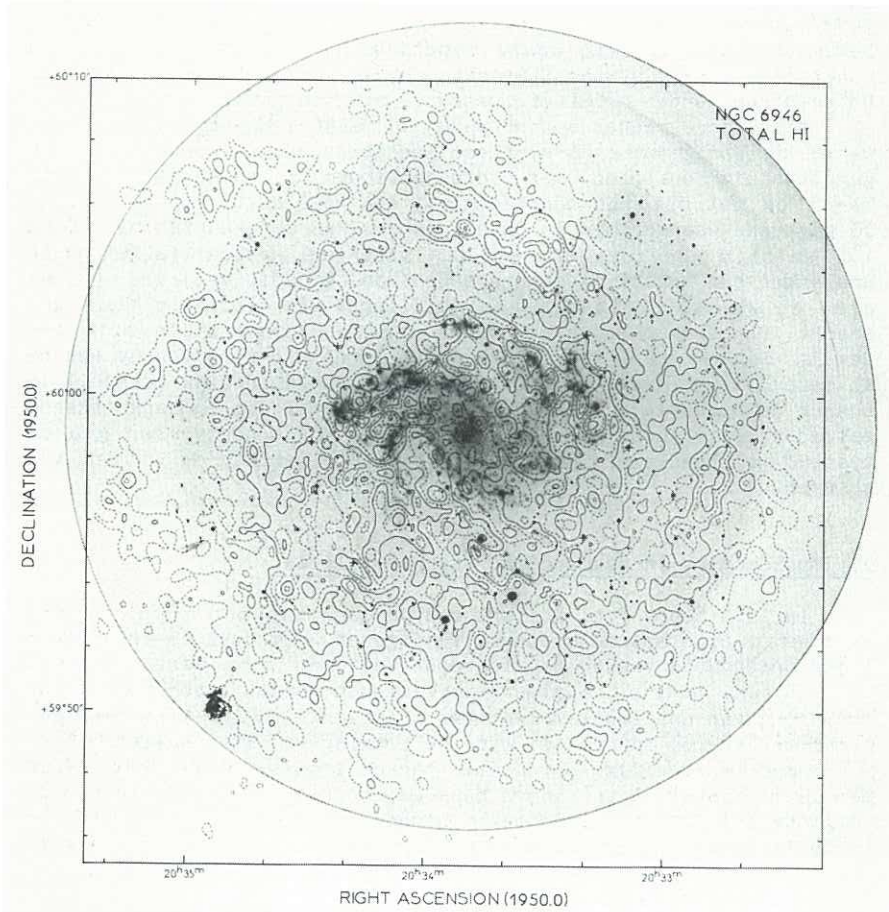


Fig. 3.3.12.

Westerbork kaart van de kolomdichtheid van atomair waterstofgas in NGC 6946, gesuperponeerd op een Hα-foto van het stelsel, verkregen met de 6 meter spiegel in de Kaukasus door astronomen uit Marseille.

Westerbork map of HI column density, overlaid on Hα photograph of NGC 6946 made at Zelenchukskaya by Marseille astronomers (Boulanger and Viallefond).

Op dit moment zijn voor 33 paren spiraalstelsels de ruimtelijke orientaties van de impulsmoment-vectoren voor beide stelsels bekend. Als een voorlopig resultaat is in figuur 3.3.13 de cumulatieve frequentie verdeling getekend van de hoek tussen de impulsmoment vectoren voor deze paren. Ook is de verwachte cumulatieve verdeling getekend, aannemende dat er geen correlatie bestaat tussen de oriëntatie van de impulsmoment vectoren van de stelsels in een dubbel sterrenstelsel. Figuur 3.3.13 laat zien dat er geen aanwijzing is dat zo'n correlatie bestaat. Dit is niet in overeenstemming met de simpelste interpretaties van de scenario's voor het ontstaan van het impulsmoment van sterrenstelsels.

10. Stephan's Quintet.

G.S. Shostak, W.T. Sullivan III (University of Washington) en R.J. Allen publiceerden hun WSRT waarnemingen van Stephan's Quintet, een compacte groep sterrenstelsels. Stephan's Quintet is in vroeger jaren bekend geworden vanwege het feit dat een van de stelsels in de groep (NGC 7320) een sterk afwijkende roodverschuiving vertoont. Het huidige onderzoek, de eerste waarnemingen uitgevoerd bij een hoge roodverschuiving geschikt voor de meeste stelsels in deze groep, toont drie verschillende HI-gebieden met snelheden van 5700, 6000 en 6600 km/s. Het meest opmerkelijke resultaat van dit onderzoek is echter het feit dat het grootste gedeelte van de neutrale waterstof zich buiten de optische grenzen van de stelsels bevindt. Dit laatste zou er op kunnen wijzen dat deze stelsels een sterke getijdenwerking op elkaar uitgeoefend hebben.

De detectie van waterstofgas in verscheidene stelsels in de nabijheid van het Quintet ondersteunt de veronderstelling dat alle stelsels met een grote roodverschuiving op daarmee overeenkomende grote afstanden staan. Dit spreekt dus de theorie tegen die de grote verschillen in roodverschuiving binnen de groep wil verklaren door middel van abnormale ("niet-kosmologische") roodverschuivingen.

11. HI Waarnemingen van de Virgo Cluster.

Het doel van het onderzoek van R.H. Warmels aan de Virgo Cluster is het verkrijgen van gegevens met een groot oplossend vermogen (20-30 boogseconden) over de ruimtelijke verdeling van waterstof in een groot aantal spiraalstelsels in de cluster. De resultaten moeten inzicht geven in de invloed van de omgeving op de gasverdeling in sterrenstelsels. De opzet van het onderzoek en de behandeling van de waarnemingen zijn in het vorige jaarverslag uitvoerig besproken. Warmels heeft in het kader van dit onderzoek

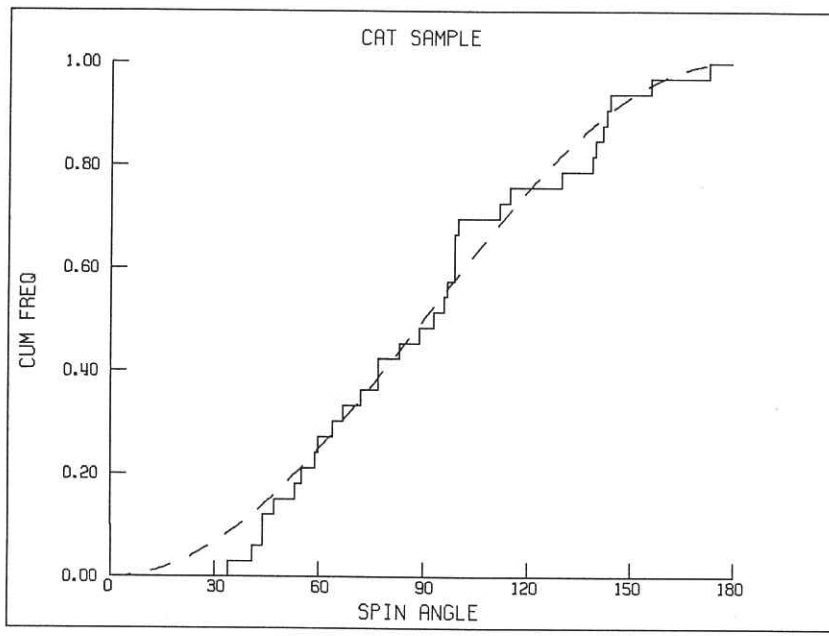


Fig. 3.3.13.

De cumulatieve frequentie-verdeling van de hoek tussen de impulsmoment-vectoren voor 33 paren spiraalstelsels (getrokken lijn) samen met de verwachte cumulatieve verdeling, aannemende dat er geen correlatie bestaat tussen de oriëntaties van de impulsmoment-vectoren van de stelsels in een dubbel sterrenstelsel (streepjeslijn).

The cumulative frequency distribution of the angle between the spin vectors for 33 galaxy pairs (solid line), together with the expected distribution assuming that there is no correlation between the orientations of the spin vectors of galaxies in double systems (Oosterloo).

36 stelsels waargenomen, waarvan de resultaten betreffende de HI-afmetingen en de asymmetrie van de HI-verdelingen in het onderstaande besproken zullen worden.

De HI-afmetingen.

Voor elk stelsel in het sample werd de HI-diameter D_{HI} bepaald; deze werd gedefinieerd als de diameter van de "isofoot" met een oppervlaktehelderheid van 1 zonsmassa per pc^2, d.i. $1{,}25 \times 10^{20}$ atomen per cm^2. Deze HI-diameters werden vergeleken met de optische, voor extinctie gecorrigeerde, "face-on" diameters uit de Second Reference Catalogue of Bright Galaxies. Figuren 3.3.14a en 3.3.14b laten de verhoudingen zien van de HI-diameter D_{HI} tot de optische diameter D_o als functie van de hoekafstand tot M87 (waarvan aangenomen wordt dat dit stelsel zich in het centrum van de cluster bevindt); in figuur 3.3.14a zijn de morfologische types weergegeven, in figuur 3.3.14b de heliocentrische snelheden.

Hoewel de spreiding van D_{HI}/D_o aanzienlijk is, vooral bij grote R, is te zien dat de gemiddelde verhouding voor stelsels in de kern van de cluster aanzienlijk lager ligt dan voor stelsels aan de rand van de cluster. De gemiddelde waarde van D_{HI}/D_o voor spiraalstelsels in de kern (afstand tot M87 kleiner dan 2°) is 0,75, met een spreiding van 0,25. In de buitengebieden van de cluster (verder dan 4° van M87 verwijderd) stijgt de gemiddelde verhouding tot $1{,}43 \pm 0{,}39$. Dus voor stelsels nabij het centrum van de Virgo Cluster is, bij een gegeven optische diameter, de HI-diameter gemiddeld genomen bijna een factor 2 kleiner dan voor stelsels aan de rand van de cluster.

De correlatie tussen D_{HI}/D_o, R_{M87} en de radiële snelheid is weergegeven in figuur 3.3.14b. Zoals om dynamische redenen verwacht mag worden, bevinden stelsels met relatief hoge snelheden ten opzichte van het gemiddelde van de cluster zich voornamelijk in de kern van de cluster. Uit de informatie weergegeven in figuur 3.3.14b constateren we de volgende verschillen tussen stelsels in de kern en buiten de kern:

- stelsels binnen een geprojecteerde afstand van 2° tot M87 die extreem hoge snelheden hebben t.o.v. het cluster gemiddelde van 1150 km/s, hebben kleine D_{HI}/D_o waarden.
- stelsels buiten dit gebied met kleine waarden voor D_{HI}/D_o hebben geen extreem hoge snelheden. Tevens hebben de stelsels met extreem hoge snelheden in dit gebied geen lage waarden voor D_{HI}/D_o.

Deze verschillen suggereren dat stelsels met relatief hoge snelheden hun gas verliezen wanneer zij het cluster-centrum passeren binnen een straal van 2 à 3 graden. Tevens kunnen we concluderen dat stelsels met lage snelheden t.o.v. het cluster gemiddelde en met kleine HI-diameters onlangs de clusterkern gepasseerd moeten zijn.

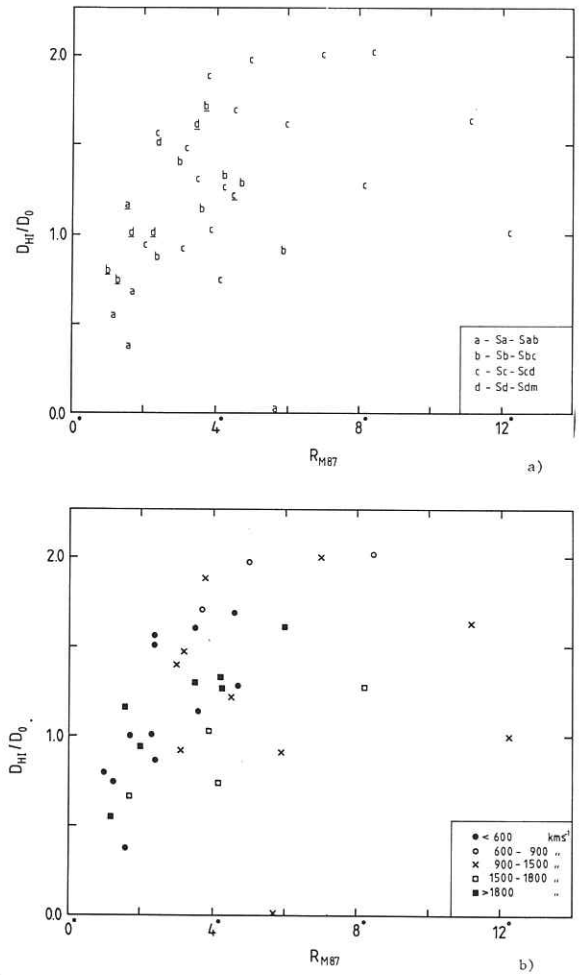


Fig. 3.3.14.

De verhouding van de HI en de optische diameters, D_{HI}/D_0, voor 36 stelsels als een functie van hoekafstand tot M87. In de bovenste figuur (a) zijn de stelsels aangegeven door symbolen voor hun morfologisch type; in de onderste figuur (b) voor hun heliocentrische snelheid.

The ratio of the isophotal HI and optical diameters, D_{HI}/D_0, for 36 Virgo Cluster galaxies as a function of the angular distance to M87. In the top panel (a) galaxies are indicated by symbols for their morphological type; in the bottom panel (b) by their heliocentric radial velocities (Warmels).

De HI-asymmetrie.

Behalve de HI-diameters geven de WSRT waarnemingen ook informatie over verstoringen in de HI-verdeling op grote schaal. Uit de HI-verdeling is de omvang van de HI bepaald aan de oost- en westzijde afzonderlijk, en daaruit is de asymmetrie-parameter A berekend, die als volgt is gedefinieerd:

$$A_{HI} = \frac{X_{east} - X_{west}}{X_{east} + X_{west}} ;$$

hierin zijn X_{east} and X_{west} respectivelijk de HI-afmetingen van de oostelijke en de westelijke helft van het stelsel. Het mag duidelijk zijn dat A_{HI} kan variëren van -1 (als al het gas zich in de westelijke helft bevindt) tot +1 (als al het gas zich in de oostelijke helft bevindt).

In figuur 3.3.15 zijn de gemeten waarden van A_{HI} voor alle stelsels in het sample weergegeven als functie van de hoekafstand tot M87. Hieruit blijkt dat stelsels in het centrum grotere asymmetrie vertonen dan stelsels die verder van het centrum verwijderd zijn. Bovendien blijkt dat voor stelsels met een kleine geprojecteerde afstand tot M87 er geen voorkeur bestaat voor een bepaalde richting van de asymmetrie, terwijl de waterstof in stelsels in de buitengebieden van de cluster een duidelijke voorkeur heeft om meer uitgebreid te zijn in de richting van M87.

De waarnemingen met de Einstein Observatory (röntgen-straling) Forman en Jones hebben aangetoond dat het hete gas in de Virgo Cluster geconcentreerd is rond het centrum. De sterke correlaties van de verhouding D_{HI}/D_o en van de asymmetrie van de HI-verdeling met positie in de cluster en met de radiële snelheid, tesamen met de aanwezigheid van heet gas in de kern van de cluster, duiden er op dat afstropen van waterstofgas door heet intergalactisch gas ("ram-pressure-stripping", als beschreven door Lea en De Young, 1976) verantwoordelijk is voor de waargenomen HI eigenschappen. Getijdenwerking tussen stelsels onderling is niet effectief genoeg bij hoge snelheden, en botsingen tussen stelsels kunnen zowel bij hoge als bij lage snelheden gas uit de stelsels verwijderen.

Het gedrag van de asymmetrie parameter kunnen we verklaren, als de HI-verdeling in een stelsel al sterk verstoord wordt wanneer het stelsel het cluster centrum nadert, en verstoord blijft wanneer het stelsel vervolgens de kern weer verlaat. De tijdschaal waarin een verstoring plaatsvindt moet dan van de orde van grootte zijn van D sin 1°/ V = 3-4 x 10^8 jaren, als D=15 Mpc de afstand tot de Virgo Cluster is en V=750 km/s de relatieve snelheid van het stelsel. Na het verlaten van de cluster kern zal de asymmetrie in de HI-verdeling van een verstoord stelsel nog maar een beperkte tijd aanwezig blijven. Na enkele omwentelingen van het stelsel (d.i. na ongeveer 10^9 jaar, waarin het stelsel een afstand heeft afgelegd van ongeveer 3°), zal het neutrale waterstofgas zich weer herverdeeld hebben zodat het stelsel zijn asymmetrie kwijt raakt.

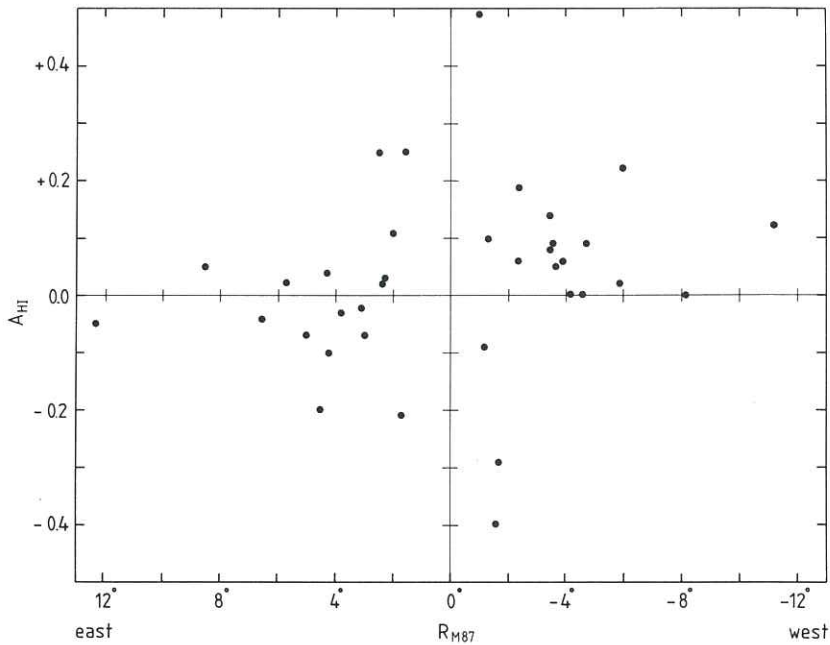


Fig. 3.3.15.

De asymmetrie parameter A_{HI} als functie van de hoekafstand tot M87. Negatieve waarden van R_{M87} duiden op posities ten westen en positieve waarden op posities ten oosten van M87. Stelsels met negatieve waarden van A_{HI} hebben aan de westzijde grotere HI afmetingen; positieve A_{HI} duidt op grotere uitgestrektheid van HI aan de oostzijde.

The asymmetry parameter A_{HI} as a function of angular distance to M87. Negative values of the abscissa indicate positions west of M87; positive values indicate positions east of M87. Galaxies with negative values of A_{HI} have more extended HI distributions to the West; positive A_{HI} signifies greater HI extent to the East (Warmels).

Als een stelsel de cluster kern verlaat en naar buiten reist, zal de HI zich dus in de richting van de kern uitstrekken.

12. Radiocontinuum in sterrenstelsels.

De Westerbork HI survey van spiraalstelsels in de Virgo Cluster, uitgevoerd door Warmels, heeft ook informatie opgeleverd over de continuum emissie bij 21 cm in 14 stelsels. Van deze 14 stelsels zijn er 7 opnieuw waargenomen met de WSRT bij een oplossend vermogen van 25"x55". In de stelsels NGC 4192, 4321, 4569 en 4579 zijn twee componenten te zien, de schijfcomponent en een centrale bron. In NGC 4501 en beide stelsels van het paar NGC 4294/4299 is alleen de schijfcomponent aanwezig. Figuur 3.3.16 toont de 21 cm emissie van NGC 4321 (M100), het helderste spiraalstelsel in de Virgo Cluster.

Sancisi zette in 1983 het onderzoek van de 'dikke' radioschijven in NGC 4565 en NGC 5907 (Hummel, Ekers en Sancisi, 1984) voort met nieuwe WSRT waarnemingen bij 49 cm. Momenteel worden deze waarnemingen nog gereduceerd. Sancisi en Broeils hebben een continuum-kaart samengesteld uit de kanaalkaarten zonder lijnemissie van een recente WSRT HI waarneming bij een resolutie van 13" x 30" Om de signaal/ruis-verhouding te verbeteren bij grote z, werd deze kaart gemiddeld over gebieden van 6' lengte parallel aan de hoofdas. De op deze manier afgeleide z-verdeling is weergegeven in figuur 3.3.17, samen met modelberekeningen aan een dunne schijf met twee verschillende aangenomen inclinaties, geconvolueerd met de bundel. Het verschil tussen de waargenomen verdeling en dit eenvoudige model begint op ongeveer 1 kpc boven de schijf, wat de eerder gevonden z-verdeling bevestigt, en suggereert dat dit stelsel een twee-componenten structuur bezit vergelijkbaar met die waargenomen in NGC 891 door Allen, Baldwin en Sancisi (1978). De heldere component is duidelijk gerelateerd aan de schijf van het stelsel; de breedte van deze component is te smal om gemeten te kunnen worden. De brede component bevat 88mJy (62% van de totale fluxdichtheid) en kan gemodelleerd worden door een gaussisch profiel met een halfwaarde breedte van 68" = 3,1 kpc.

Allen en Longo (Napels) zijn met een project begonnen om het sample van edge-on en face-on stelsels waargenomen in het radio continuum uit te breiden. Dankzij de 3 km basislijn van de WSRT is er nu voldoende oplossend vermogen voor waarnemingen bij een golflengte van 49 cm. De vier edge-on (op hun kant geziene) stelsels NGC 2683, 4157, 4217 en 5529 zijn waargenomen, evenals de vier face-on (van boven geziene) stelsels NGC 628, 3134, 3631 en 5371. De analyse van deze waarnemingen heeft veel computer (GIPSY) tijd in beslag genomen om de zogenaamde tralieringen van nabije bronnen te verwijderen. In figuur 3.3.18 en 3.3.19 zijn enkele voorlopige resultaten weergegeven. Verdere WSRT-waarnemingen bij een golflengte van 21 cm worden nu gedaan voor de bepaling van de spectraalindex.

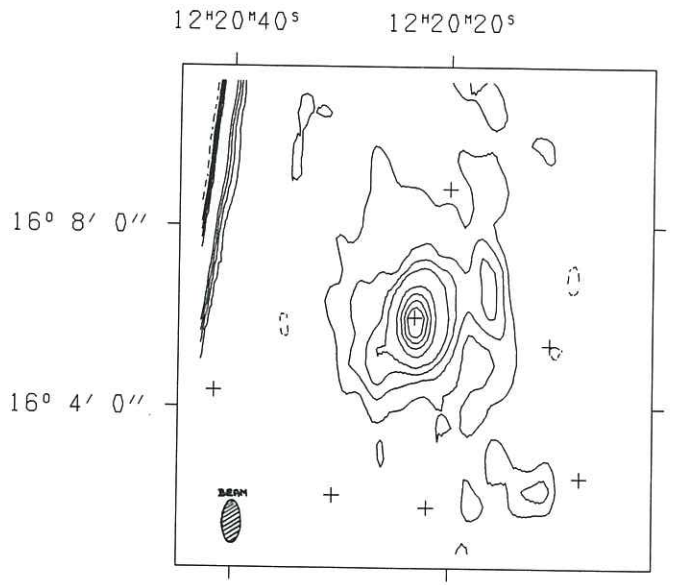


Fig. 3.3.16.

21 cm radio-continuumemissie in het spiraalstelsel NGC 4321 in de Virgo Cluster. De contourwaarden zijn: -0,4, 0,4 (=2 sigma), 0,8, 1,2, 1,6, 3,2, 4,8, 6,4 en 8,0 K (1K = 2,18 mJy/bundel). Het oplossend vermogen van de WSRT is 25".0 x 53".5. De positie van de centrale puntbron (48 mJy) en de posities van referentiesterren zijn aangegeven met kruisjes.

21 cm radio continuum emission of the bright spiral galaxy NGC 4321 in the Virgo Cluster. The contours are: -0.4, 0.4 (= 2 sigma), 0.8, 1.2, 1.6, 3.2, 4.8, 6.4, and 8.0 K (1K = 2.18 mJy/-beam). The WSRT resolution is 25".0 X 53".5. The central cross indicates the position of the central point source (48 mJy). The other crosses represent the positions of reference stars in the field (Warmels).

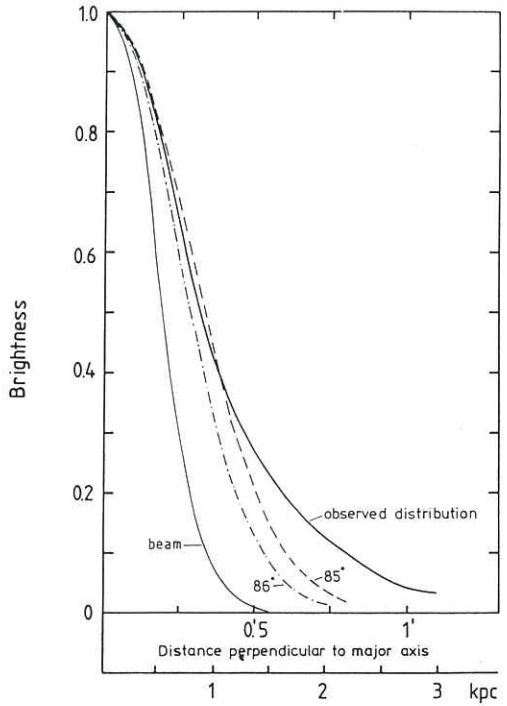


Fig. 3.3.17.

Verdeling van de relatieve oppervlaktehelderheid als functie van de afstand tot de schijf van NGC 4565 bij 21 cm, gemiddeld over gebieden van 6' lengte parallel aan de hoofd-as. De bijbehorende bundel heeft een HPBW van 24". Modellen van een dunne schijf, waargenomen bij inclinaties van 85 en 86 graden en geconvolueerd met de bundel, zijn weergegeven door de onderbroken lijnen. Het is duidelijk dat dit stelsel een tweede component bezit, de zogenaamde 'thick disk component', die duidelijk naar voren komt op afstanden vanaf 1,5 kpc.

The distribution of relative surface brightness versus distance along the plane of NGC 4565 at 21 cm, averaged in strips of 6' length parallel to the major axis. The strip-averaged beam has a FWHM = 24". Models of a thin disk viewed with inclinations of 85 and 86 degrees and smoothed with the beam are shown as dashed lines. The galaxy apparently has a second, "thick disk" component to its radio emission which begins to dominate beyond about 1.5 kpc (Broeils and Sancisi).

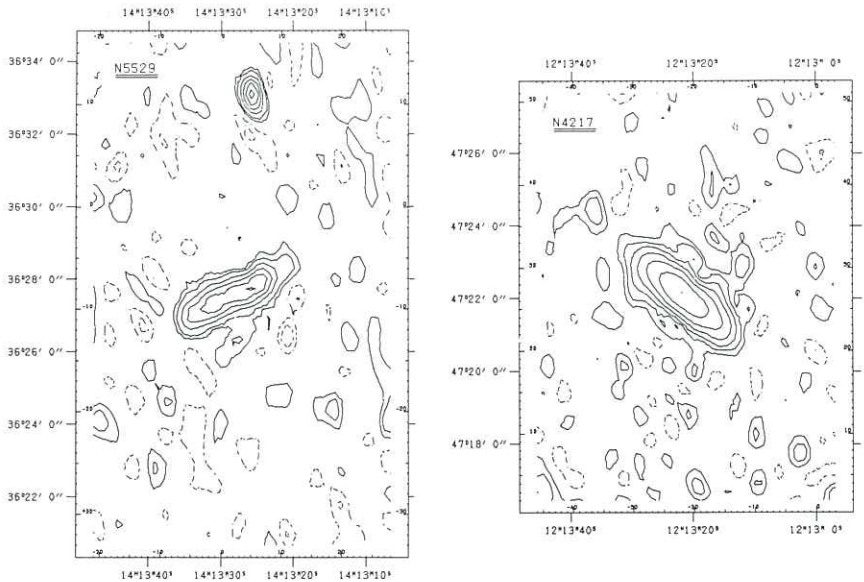


Fig. 3.3.18.
Contourkaarten van de continuum-radioemissie bij 49 cm van twee stelsels met een hoge inclinatie. De contourniveaus in mJy/-bundel zijn voor NGC 5529: -1,5, -0,75, 0,75, 1,5, 3,0, 4,5, 6,0, 7,5 (HPBW = 31" x 52"), en voor NGC 4217: -1,5, -0,75, 0,75, 1,5, 3,0, 6,0, 12,0, 24,0 (HPBW = 31" x 46").

Contour maps of the 49-cm continuum radio emission from two highly inclined galaxies. Contour levels in mJy/beam are for NGC 5529: -1.5, -0.75, 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5 (FWHM = 31" x 52"), and for NGC 4217: -1.5, -0.75, 0.75, 1.5, 3.0, 6.0, 12.0, 24.0 (FWHM = 31" x 46") (Longo and Allen).

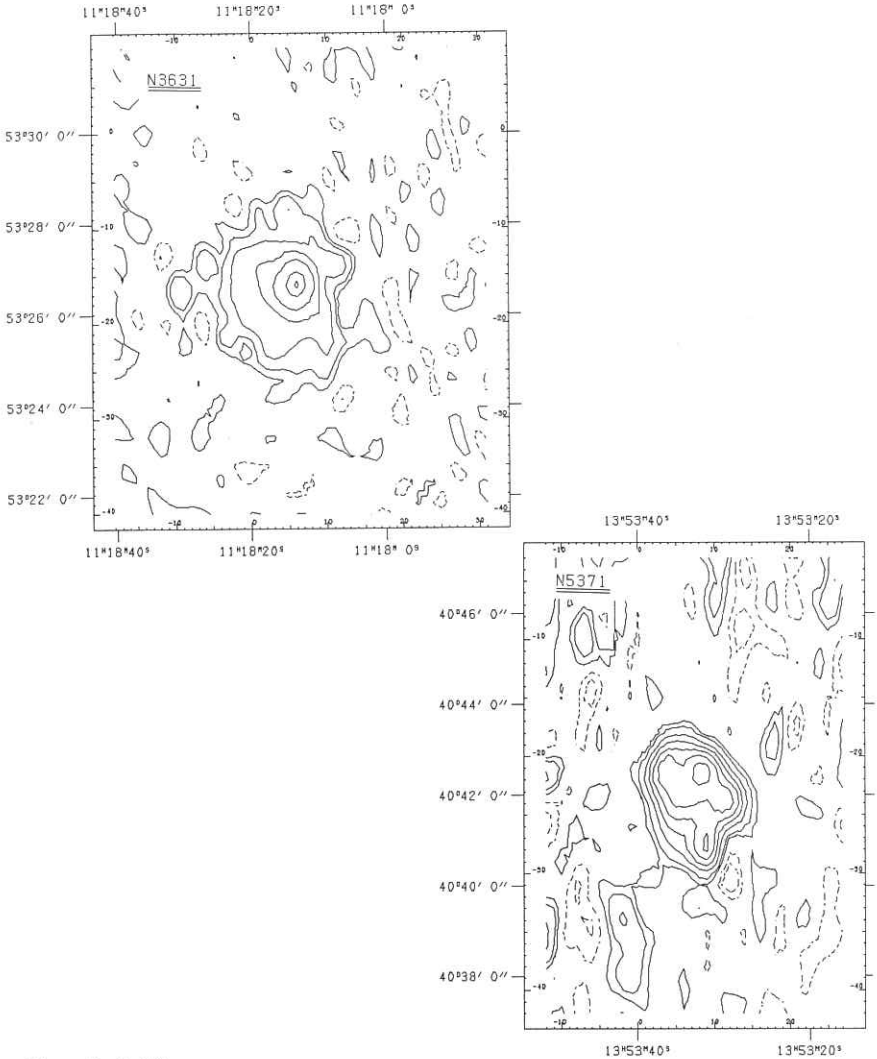


Fig. 3.3.19.

Contourkaarten van de radio-continuumemissie bij 49 cm van twee face-on stelsels. De contourniveaus in mJy/bundel zijn voor NGC5371: -1,5, -0,75, 0,75, 1,5, 3,0, 4,5, 6,0, 7,5, 9,0 (HPBW = 31" x 48") en voor N3631: -1,5, -0,75, 0,75, 1,5, 3,0, 6,0, 12,0, 24,0, 30,0 (HPBW = 31" x 39").

Contour maps of the 49-cm radio continuum emission from two face-on galaxies. Contour levels in mJy/beam are for NGC 5371: -1.5, -0.75, 0.75, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 7.5, 9.0 (FWHM = 31" x 48"), and for NGC 3631: -1.5, -0.75, 0.75, 1.5, 3.0, 6.0, 12.0, 24.0, 30.0 (FWHM = 31" x 39") (Longo and Allen).

Nieuwe optische resultaten van de radiobron Coma A werden samen met radio-continuumwaarnemingen gepresenteerd door Butcher in samenwerking met van Breugel (Berkeley), Miley (Leiden), Heckman (Maryland) en Bridle (NRAO). In gebieden van sterke Hα emissie blijkt de radiobron sterk gedepolariseerd te zijn. Omdat de Hα emissie in het algemeen het sterkst is aan de randen van de radiobron, is het waarschijnlijk dat de radio emissie daar gedepolariseerd wordt door een Faraday scherm geassociëerd met het omringende lijn emitterende gas.

In het zuidelijke gedeelte van de bron bevindt zich een gebied van zowel sterk radiocontinuum als ook sterke Hα emissie. Hier buigt en verbreedt zich de totale radio emissie, maar een smalle niet gepolariseerde jet blijft zichtbaar in de polarisatiepercentage kaarten. Het lijkt erop dat door dit heldere radio/Hα-gebied de radiojet afgebogen en gedecollimeerd wordt, waarbij de jet op zijn beurt wat thermisch gas meeneemt. De massa van het waargenomen gas (ongeveer 2 x 10^6 zonsmassa's) is groot genoeg om de jet af te buigen. De ionisatietoestand van het uitgebreide gas verschilt van plaats tot plaats en ligt tussen die van een typisch Seyfert 2 stelsel en die van een zogenaamde 'Liner'. In de zuidelijke gebieden wordt de ionisatie blijkbaar veroorzaakt door UV-synchotronstraling, voor de andere gebieden is nog niet helemaal duidelijk wat de ionisatie veroorzaakt. Merkwaardig zwakke [NII] lijnen in het spectrum buiten de kern kunnen verklaard worden als het gas dezelfde abundanties heeft als het gas in de Magellaanse Wolken. De waargenomen snelheden van enkele honderden km/sec in het thermisch gas duiden erop dat dit gas niet afkomstig is uit de kern van het stelsel en meegevoerd met het radio plasma, maar dat het onder de invloed van de zich uitbreidende radiobron gecondenseerd is uit een niet-uniform interstellair of circumgalactisch medium.

13. Radiobronnen in clusters van sterrenstelsels.

E. Valentijn voltooide, in samenwerking met Feretti et al. (Bologna) en Roland (Parijs), een onderzoek van het stelsel NGC 2329 in de cluster Abell 569; dit stelsel is een radiobron met een groothoek-staart. De nieuwe 610 MHz ontvangers in Westerbork brachten, dankzij hun lage ruis, een nieuw verschijnsel aan het licht (zie figuur 3.3.20): tussen de twee staarten van het radiostelsel bevindt zich zwakke, diffuse emissie. Het is nog niet zeker, wat voor fysisch proces de groothoek-staarten veroorzaakt. Terwijl in "normale" radiostelsels met staarten de staart het gevolg is van de beweging van het stelsel door een met gas gevuld intra-cluster-medium, suggereren de hier gerapporteerde waarnemingen dat zich hier het omgekeerde verschijnsel voordoet: een dynamisch effect van het medium op het radiostelsel, wellicht met accretie?

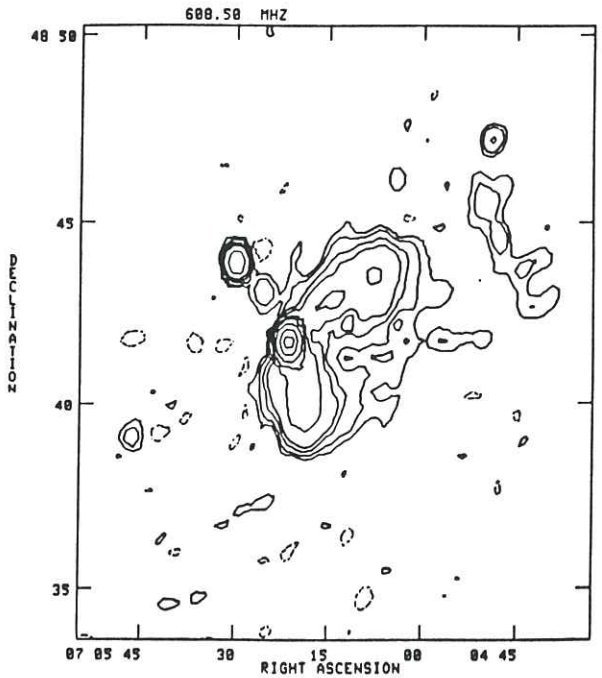


Fig. 3.3.20.

Westerbork-kaart van NGC 2329 (in de cluster Abell 569) bij 610 MHz. Het stelsel heeft een dubbele staart; de grote hoek ertussen is gevuld met zwakke straling.

Westerbork 610-MHz map of the wide-angle tailed radio galaxy NGC 2329 in the cluster Abell 569. The newly discovered diffuse emission between the tails has a surface brightness of 3 mJy/beam (Feretti et al., Roland and Valentijn).

Valentijn onderzocht tevens de mogelijkheden van stervorming in cD-stelsels, de superreuzen die in sommige clusters voorkomen. Hij deed daartoe kleurmetingen en theoretische modelberekeningen. In het jaarverslag van de Subfaculteit Sterrenkunde wordt hierover uitvoeriger bericht.

14. Evenwijdigheid in de oriëntatie van radiobronnen.

Uit analyse van gepubliceerde radio-continuumkaarten van 3C en 4C bronnen was reeds eerder gebleken (Nature 309, 35, 1984), dat radiobronnen neigen tot evenwijdigheid als ze ver verwijderd zijn ($z>0,4$) en minder dan 5° uiteen liggen aan de hemel. De grootte van dit effect was 3 à 4 maal de ruis. Een voorlopig onderzoek van 300 bronnen uit de B3 catalogus, waargenomen met de VLA CD-array door Clark, Perley, Bridle en Grueff, suggereerde dat hetzelfde effect in deze grote, homogene verzameling optrad, mits de verzameling werd beperkt tot bronnen kleiner dan 40 boogseconden. De analyse is nu uitgebreid met waarnemingen, gedaan met de A-array; ze omvat nu 600 opgeloste bronnen. Bij toepassing van eenzelfde beperking op de afmeting van de bronnen blijkt het effect opnieuw aanwezig, ter grootte van 5 maal de ruis, voor bronnen die minder dan 1° uiteen liggen. Grueff et al. vinden in 70% van de velden geen optische identificatie voor de radiobron. De verzameling moet dus wel grotendeels uit objecten op zeer grote afstanden ($z>0,2$) bestaan. Deze resultaten bevestigen het eerder gevonden richt-effect, al lijkt het in de B3 verzameling alleen voor kleine objecten te gelden. Het gevonden resultaat is in overeenstemming met de door Sanders, van Albada en Oosterloo (1984, Astrophys. J. 278, L91) voorgestelde vervorming van de afbeelding van radiobronnen door de gravitatiewerking van superclusters.

3.3.4. Gegevens- en beeldverwerking.

Het laatste jaar heeft de ontwikkeling van het Groningen Image Processing System (GIPSY) zich weer voornamelijk toegespitst op het verbeteren van bestaande programma's. Enkele nieuwe programma's nodig voor de reductie van de IRAS gegevens werden aan het totaal van de bestaande programmatuur toegevoegd. De computergroep heeft aan het eind van 1984 de nieuwe, apparaat-onafhankelijke plotsoftware geinstalleerd. In deze software zijn de beperkingen en het onlogisch gedrag van de oude plot-programmatuur verwijderd. Dit heeft het gebruik van de graphics-display voor zowel gebruikers als programmeurs aanzienlijk vereenvoudigd.

Verder is er een project gestart voor het omzetten van alle tapes in MAKEMAP formaat naar tapes in het compactere FITS formaat, dat nu als standaard is gekozen. Aangezien de hoeveelheid

tapes in het oude formaat zeer groot is (ongeveer 1000), zal dit project meerdere jaren in beslag gaan nemen.

In verband met het vervangen van de PDP11/70, de 'host' computer van GIPSY, door een machine met grotere capaciteit aan het eind van 1985, is er een principebesluit genomen tot het aankopen van een tweede 'image display' systeem, dat ook op de nieuwe 'host' zal worden aangesloten. Dit zal de reductiecapaciteit van GIPSY verdubbelen.

3.4. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden.

Redactie: W.J. Jägers en G.J. de Waard.

3.4.1. Inleiding.

In het jaar 1984 werden vier radioastronomische proefschriften afgerond: "Groups and Clusters of Galaxies" (5/84) van W. Bijleveld; "A high Resolution Hydrogen Line Survey of Messier 31" (5/84) van E. Brinks; "Faint Radio Galaxy Populations" (6/84) van R.A. Windhorst en "Radio Structure in Quasars" (9/84) van P.D. Barthel.

Ook dit jaar werd weer veelvuldig gebruik gemaakt van radiotelescopen en reductiefaciliteiten in binnen- en buitenland. Waargenomen werd met de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT), de 25 m telescoop in Dwingeloo en de Very Large Array (VLA) in New Mexico (USA). Tevens werd waargenomen met o.a. de 100 m telescoop in Effelsberg (Duitsland) en de radiotelescopen van de Universiteit van Massachusetts en Bell Labs. (USA). In 1984 werd ook steeds meer waargenomen met behulp van de Very Long Baseline Interferometry (VLBI). Hierbij worden waarnemingen verricht met onafhankelijke telescopen die zeer ver uit elkaar staan in Europa, USA en Zuid-Afrika. Later worden de waarnemingen gecorreleerd in Bonn (West-Duitsland) of in Caltech (Pasadena, USA).

Een steeds grotere nadruk wordt gelegd op de combinatie van optische- en radiowaarnemingen, waardoor radio astronomen steeds meer optische waarnemingen gaan verrichten en vice versa. Grote impulsen voor dit multispectrale onderzoek gaan uit van nieuwe telescopen (La Palma) en satellieten (IRAS). Objecten kunnen nu in vele decaden van het spectrum worden onderzocht. De lopende radioastronomische onderzoeksprojecten omvatten o.a. radiostraling van sterren, van onze Melkweg en zijn kern, het interstellaire medium en supernova resten. Verder worden M31, M33 en andere nabij gelegen stelsels, quasars, actieve melkwegstelsels en groepen melkwegstelsels onderzocht.

3.4.2. Galactisch onderzoek.

Burton en Te Lintel Hekkert hebben het artikel "Leiden-Greenbank Survey of Atomic Hydrogen in the Galactic Disk" opgestuurd voor publicatie in de vorm van een uitgebreide serie van contour kaarten in (ℓ, v), (b, v) en (ℓ, b) coordinaten. Het materiaal geeft een verbetering ten opzichte van eerdere surveys in termen van snelheidsresolutie, gevoeligheid en uitgebreidheid (maar niet in dichtheid van positionele bedekking). Burton, Te Lintel Hekkert en Kwee gebruiken de survey om een kwantitatieve beschrijving te verkrijgen van de "warp" en het uitwaaieren van de buitendelen van het gas in ons Melkwegstelsel.

Liszt (NRAO), Burton, Van der Hulst (RZM) en Andrechen (Minnesota) hebben de VLA gebruikt om synthese HI absorptie tegen Sgr A te vergelijken met nabij Sgr A ^{12}CO emissie waarnemingen van de 11 m NRAO telescoop. HI absorptie dips werden op alle snelheden met sterke CO emissie gevonden. Dit impliceert dat de kolomdichtheid variaties optische diepte patronen in de HI absorptie moet bepalen. De meeste HI absorptie wordt veroorzaakt in koude, dichte moleculaire wolken met een kleine rest atomaire waterstof.

Braun heeft zijn onderzoek aan supernova resten en hun interactie met het interstellaire medium voortgezet. HI waarnemingen van geschokte filamenten en wolken binnen vier supernova resten (SNR) van gemiddelde leeftijd zijn volledig gereduceerd. Het onderzoek is nu in de interpretatie fase. Een interessant onderdeel van dit onderzoek is de herkenning van discrete wolken die systematische snelheidsvariaties over hun oppervlakte vertonen. Dit laat zich het best begrijpen als een variërende schoksnelheid, welke veroorzaakt wordt door dichtheidsvariaties in de oorspronkelijke wolken, die bestaan uit een diffuus buitengebied rond een hoge dichtheidskern. Modellering van geschokte wolken is onderweg om de waargenomen emissie te simuleren en om op die manier de wolkeigenschappen af te leiden.

Samen met Walterbos heeft Braun een nieuwe methode ontwikkeld om nauwkeurige schatting van ontbrekende korte basislijnen in een synthese waarneming te maken. Deze methode maakt alleen gebruik van synthese gegevens en maakt de WSRT voor het grootste deel een zelfstandig instrument, ook voor zeer uitgebreide bronnen. De bijbehorende programma's zijn door Deul als interactief pakket op de VAX beschikbaar gemaakt.

Braes en Miley startten met de WSRT een 327 MHz (92 cm) survey van niet-thermische radiosterren. Als "pilot-project" werd het Cygnus X-3 veld waargenomen.

Bruce Balick en Ulrich Schwarz (Groningen) hebben een eerste aanzet gegeven om de grootschalige structuur van het galactisch centrum te bepalen m.b.v. de Westerbork Telescoop op 327 MHz. Gekeken werd in een gebied bestaande uit een cirkel met een straal van 1 graad. Verder deed Balick onderzoek aan planetaire nevels en zette zijn onderzoek aan actieve stelsels voort. Balick is sinds eind 1984 werkzaam in Seattle.

Israel en Bally (Bell Telephone Labs., New Jersey, USA) begonnen een onderzoek naar de vorming van zware sterren ($M>10M_{\odot}$) in ons Melkwegstelsel welke vooral plaatsvindt aan de rand van uitgebreide wolkcomplexen moleculaire materie (koel H_2; tracer: CO). In zeer grote lijnen is de voortgang van dit proces bekend: het gaat om de verdichting van interstellaire materie, bijv. onder invloed van een passerende schokgolf, gevolgd door het onder de eigen zwaartekracht instorten van instabiele condensaties. Hoe één en ander precies in zijn werk gaat is echter niet bekend. Om een beter inzicht te verkrijgen in de aard van de relevante processen onderzoeken Israel en Bally de structuur van moleculaire wolken en

de fysische karakteristieken van de overgangszones tussen geïoniseerde (HII) gebieden en de daarmee geassociëerde moleculaire wolkcomplexen. Een deel van dit onderzoek omvat de combinatie van CO metingen vericht met de telescopen van Univ. of Mass. en Bell Labs., en radio continuum kaarten verkregen met de WSRT en de VLA. Zeer belangwekkend zijn de resultaten van de uitvoerige kartering van een drietal gebieden in ^{13}CO: dicht gesampelde kaarten van meer dan een graad bij een graad zijn verkregen van de moleculaire wolkcomplexen geassociëerd met S255, ON-1 en S157/S158/S159. De analyse van S225 is in volle gang en, net zoals bij de andere objecten het geval is, is de ^{13}CO (in tegenstelling tot ^{12}CO een kolomdichtheidsgevoelige lijn!) zeer klonterig van structuur. In het wolkcomplex bij S255 zijn 31 klonten gedetecteerd met afmetingen variërend van 1-3 pc, en massa's variërend van 10^2-10^4 $M_\odot$. Het massa-spectrum van klonten in een complex kon voor het eerst bepaald worden ($N(M) \propto M^{-1,0(\pm 0,2)}$ met een totale massa voor het complex van $1{,}5 \times 10^5 M_\odot$). De dynamische structuur van het S255-complex is zeer ingewikkeld, want een derde van alle klonten blijkt -uit IRAS waarnemingen- een ingebedde bron van ver-infrarode straling te herbergen. Een bizar object is Simeiz 57, een grote spiraalvormige galactische gasnevel in Cygnus. De -ogenschijnlijk- thermische straling van het object wordt wellicht opgewekt door een geheel verschillende IRAS bron in het centrum van de spiraal. Israel en Bally bestuderen S.57 in een veelheid van golflengtegebieden variërend van millimeter golflengte (^{12}CO en ^{13}CO), optische spectra, radio continuum tot ver-infrarood (IRAS). De nevel is niet geassociëerd met een groot moleculair complex (noch in CO, noch in IR), maar veeleer met een keten van CO globules ingebed in diffuse (IR) emissie. Op de plaats van het optische object wordt CO met een 15 km/s afwijkende snelheid aangetroffen. De aard van het object is op dit ogenblik nog duister.

Israel, de Vries en Brand rondden de reeds in 1981 begonnen ^{12}CO Survey van de Zuidelijke Melkweg af met een drietal publicaties (Israel et al. 1984; De Vries et al. 1984; Brand et al. 1984). De waarnemingen werden in samenwerking met ESTEC (Noordwijk) en de Utrechtse Sterrewacht op de Europese Zuidelijke Sterrenwacht te La Silla (Chili) verricht met de 1,4 m Coudé Auxiliary Telescope (CAT). Hoewel in de loop van 1981 reeds bleek dat de CAT voor dit soort waarnemingen minder goed voldeed dan verwacht, zijn toch goede resultaten verkregen. Het vlak van de Melkweg werd in kaart gebracht van ℓ=270° tot 350°, de grootschalige structuur van deze eerste Zuidelijke ^{12}CO (J=2→1) survey is in goede overeenstemming met resultaten van ^{12}CO (J=1→0) surveys op het Zuidelijk en het Noordelijk halfrond. De moleculaire verdeling is zeer klonterig, spiraalarm structuren zijn niet duidelijk herkenbaar, en de 'moleculaire ring' op R=6 kpc is op het Zuidelijk halfrond breder dan op het Noordelijk. Een uigebreide survey van HII gebieden, donkere wolken, globules en Herbig-Haro objecten liet zien

dat vooral een groot aantal donkere objecten toch inwendige activiteit vertoont: lijnverbreding en asymmetrische lijnprofielen komen in meer dan de helft van alle gevallen voor.

Walker, Deul en Burton zijn begonnen met een onderzoek naar de grootschalige structuur van ons melkwegstelsel door gebruik te maken van infrarood kaarten uit de IRAS spline dataset tesamen met HI surveys, o.a. van Burton en Te Lintel Hekkert, waargenomen met de 140 ft NRAO radiotelescoop. Als eerste stap hiertoe werden door Walker kleine (6°x6°) IRAS kaarten bij 60μm en 100μm van het (α,δ) naar het (ℓ,b) coördinatensysteem getransformeerd, gebruikmakend van software geschreven door Braun. Hierdoor ontstonden grote (50°x50°) kaarten die voor elke galactische lengte zich uitstrekten van -50° tot +50° in galactische breedte (zie fig. 3.4.1.). Delen uit deze IRAS kaarten kunnen samen met de bijbehorende HI kaarten van verschillende snelheden op het COMTAL Image Processing System afzonderlijk bekeken worden of over elkaar worden geprojecteerd. Deul reduceert de beschikbare HI data (de surveys van Heiles en Habing, Weaver en Williams, Kerr en Bowers, Strong et al. survey, Cleary en Heiles en van Burton en Te Lintel Hekkert) tot één uniforme dataset, zodat computer technisch eenvoudig correlatie studies uitgevoerd kunnen worden. Tevens converteert Deul de beschikbare Columbia CO survey naar snelheidskaarten in galactische coördinaten en zijn er door Thaddeus (Columbia University) toezeggingen gedaan over het beschikbaar stellen van nieuw CO survey materiaal. Het is dan mogelijk om gebieden te selecteren voor nader gedetailleerd onderzoek, terwijl dan ook de andere informatie, namelijk de Shane-Wirtanen melkwegstelsel tellingen, de beschikbare en toegezegde Columbia CO surveys en de Bonn 408 MHz all-sky continuum survey bij het onderzoek wordt betrokken.

3.4.3. Extra-galactisch onderzoek.

I. De HI survey van M31.

Begin dit jaar legde Brinks de laatste hand aan zijn proefschrift getiteld: "A high Resolution Hydrogen Line Survey of Messier 31". In de afgelopen jaren (zie vorige jaarverslagen) is steeds uitvoerig gerapporteerd over deze survey van de Andromedanevel. Daarom volstaan we hier met een korte samenvatting van de resultaten die al eerder werden vermeld, en gaan we wat dieper in op het werk dat in het laatste stadium is verricht.

Het werk aan deze survey is ruwweg op te splitsen in twee delen. Het eerste deel omvat het verkrijgen van de gegevens, de calibratie, de reductie en de uiteindelijke interpretatie van de gegevens, opgesplitst naar drie onderwerpen.

De waarnemingen aan de Andromedanevel zijn gedaan met de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) in de 1,5 km configuratie, dat wil zeggen met een hoekscheidend vermogen van 24"x36". Het snelheidsscheidend vermogen bedraagt 8,2 km/s, waarbij het snelheidsinterval tussen de kanalen op 4,1 km/s is gekozen. De calibratie en de datareductie bevatten een aantal stappen, die

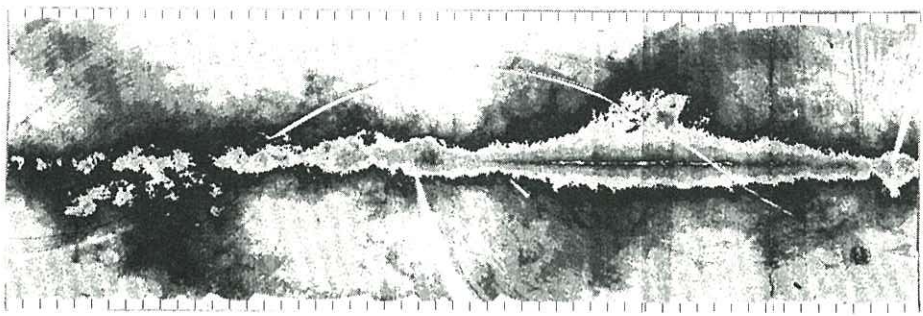


Fig. 3.4.1.
IRAS 100μm kaart van ons Melkwegstelsel. Galactische lengte loopt van 0° tot 360°, toenemend naar links. De galactische breedte loopt van -50° tot +50°. Het Taurus-Orion gebied bevindt zich in het midden van deze kaart. Het Zodiakale licht is zichtbaar als een brede band die van negatieve breedten door het centrum van de kaart naar positieve breedten loopt.

100μm IRAS map of our galaxy. Galactic longitude from right to left, latitude from -50° to +50°. The Taurus-Orion complex can be seen in the centre of the map; the zodiacal light as a broad-band from negative to positive latitudes.

afwijken van de normale gegevensverwerking, zoals de correctie voor de aanwezigheid van voorgrond HI van de Melkweg in de calibraties en in de waarnemingen, de correctie voor de ontbrekende informatie corresponderend met metingen op basislijnen korter dan 36 meter, en de combinatie van vijf WSRT survey velden tot één geheel. De totale hoeveelheid gegevens bedraagt ongeveer 1 Gigabyte.

De gegevens, die na correctie de definitieve datakubus vormen, zijn op verschillende manieren gepresenteerd. Allereerst in de vorm van kanaalkaarten, van positie-snelheids kaarten parallel en loodrecht op de grote as van M31, en later ook in de vorm van een 16-mm film. Het artikel, dat de waarnemingen en de reductie beschrijft en de gegevens presenteert is in samenwerking met Shane (Nijmegen) geschreven en is begin dit jaar gepubliceerd.

De analyse van de M31 datakubus heeft zich voornamelijk op drie onderwerpen geconcentreerd. Als eerste onderwerp is de grootschalige structuur van de HI verdeling gekozen. Samen met Burton is een kinematisch model ontwikkeld waarin met de eindige dikte van de HI verdeling rekening is gehouden. Aan de hand van dit model kunnen de waargenomen HI verdeling en het complexe snelheidsveld bevredigend worden nagebootst. De nieuwe modelberekeningen bevestigen de veronderstelling dat het gas in de schijf van M31 op grote afstand van het centrum omkrult. Deze "warp" vertoont dezelfde eigenschappen als de warp in onze Melkweg. Een belangrijke conclusie is dat het gas in de warp zich niet beperkt tot een dunne laag. Als functie van afstand tot het centrum neemt de HI laag op grotere afstand sterk in dikte toe. Aangezien de rotatiekromme van M31 in de buitendelen vlak is, met een waargenomen rotatiesnelheid van ongeveer 250 km/s, betekent dit, net als voor de Melkweg, dat er een aanzienlijke massa in de halo moet zitten.

Door gebruik te maken van de resultaten van het model is het mogelijk om kaarten te produceren van het gas in de schijf en de warp afzonderlijk. Massaschattingen voor het gas in de warp en de schijf zijn in de orde van $1{,}5\times10^9$ $M_\odot$ en $2{,}4\times10^9$ $M_\odot$. Het artikel dat het model en de resultaten beschrijft is ondertussen geaccepteerd voor publicatie.

Het binnengebied van M31, dat wil zeggen het gebied binnen een straal van ongeveer 5 kpc, vormt het tweede onderdeel van de analyse. De nieuwe HI survey heeft zowel de gevoeligheid als de resolutie om de neutrale waterstof in het binnengebied, waar de HI intensiteit een stuk lager is, in kaart te brengen. De metingen tonen aan dat het gas niet in pure cirkelrotatie rond het centrum is, maar dat er extra radiële componenten met snelheden van de orde van 50 km/s aanwezig zijn. De HI verdeling en het snelheidsveld zijn punt-asymmetrisch. De meest aantrekkelijke verklaring voor de afwijkingen in het snelheidsveld lijkt de aanwezigheid van een balk te zijn.

Het laatste onderdeel betreft de fijnschalige structuur in de HI verdeling. De HI is verre van uniform verdeeld. Allerlei structuren zijn aanwezig, waarvan de zogenaamde HI gaten, dat wil

zeggen gebieden waar neutrale waterstof ontbreekt, het meest in het oog springen. Samen met Bajaja (Argentinië) is een catalogus van gaten samengesteld. Deze lijst bevat 141 objecten. De diameters van de gaten ligt tussen de 100 pc en 1 kpc. Ze liggen voornamelijk in een brede ring op een afstand van gemiddeld 10 kpc van de kern van M31, waar onder andere ook de meeste HII gebieden en OB-associaties worden gevonden en waar de verdeling van de HI, infrarood en radio continuum emissie piekt. De resultaten kunnen worden toegelicht met behulp van een aantal diagrammen. De radiële verdeling van de gaten wordt weergegeven in fig. 3.4.2., samen met de radiële verdeling van de gemiddelde HI oppervlakte dichtheid. De verdeling van de gemiddelde diameter van de gaten wordt gepresenteerd in fig. 3.4.3. Voor 82% van de gaten kunnen we de HI expansiesnelheid meten (zie fig. 3.4.4). De piekwaarde ligt rond 12 km/s. Uit de expansiesnelheid, de diameter en de gemiddelde HI dichtheid rond een gat kunnen we voor de gaten een schatting maken van hun leeftijden (fig. 3.4.5.), de HI massa die ontbreekt (fig. 3.4.6.), en de energieën die nodig zijn om de gaten te produceren (fig. 3.4.7.). De leeftijden blijken te liggen rond die van OB-associaties en variëren van 3,5 tot 30×10^6 jaar. De ontbrekende HI massa bedraagt 10^3 tot 10^7 $M_\odot$. De energieën nodig om de gaten te produceren liggen tussen de 10^{49} en 10^{53} ergs.

Gepubliceerde gegevens omtrent HII gebieden, OB-associaties en Supernova resten (SNR), gecombineerd met WSRT radio continuum metingen op verschillende golflengtes en de IRAS infrarood kaarten zijn vergeleken met HI gaten om de mogelijke correlaties te onderzoeken. Omdat vrijwel alle bouwstenen van het interstellaire medium in de 10 kpc ring liggen, is er een hoge à priori waarschijnlijkheid voor overlap tussen de verschillende componenten. Op statistische gronden is aan te tonen dat er in ieder geval een correlatie bestaat tussen gaten met een diameter tot ongeveer 300 pc en HII gebieden en OB-associaties. Voor grotere gaten is de waarschijnlijkheid voor overlap te groot om betrouwbare uitspraken over een mogelijke correlatie te doen, hoewel er wel een tendens is.

De gegevens ondersteunen theorieën die gaten verklaren als het resultaat van de evolutie van een groep massieve sterren, een OB-associatie. Bij de evolutie van een OB-associatie wordt de omringende materie door de gecombineerde effecten van sterrewinden en supernova explosies weggeblazen. Ruwe schattingen leveren ongeveer 10^2 supernovae per gat. Dit leidt tot een schatting van 10^{-3} type II supernovae per jaar gerelateerd met de gaten. Het feit dat deze "supernova rate" vrij laag is in vergelijking met die in de Melkweg, gecombineerd met het feit dat de supernovae in groepen, die een relatief klein volume van het totale stelsel beslaan, voorkomen betekent, dat het hete gas in M31 geen netwerk van tunnels kan vormen, zoals dat is voorgesteld door McKee en Ostriker in hun modellen voor het interstellaire medium. Een artikel dat deze resultaten beschrijft is in voorbereiding.

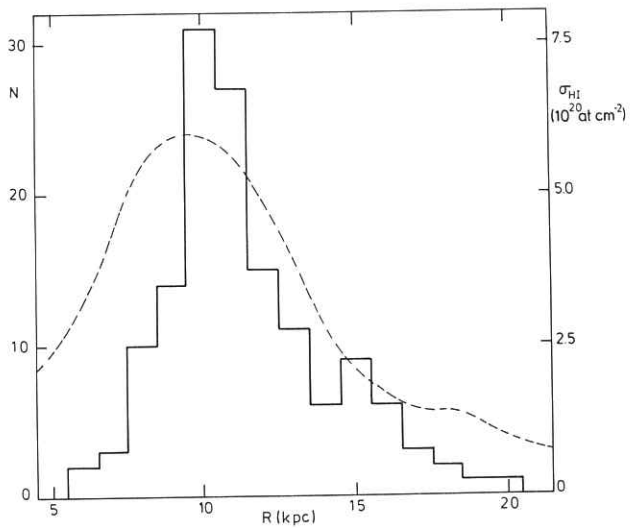


Fig. 3.4.2.
Radiële verdeling van de HI gaten. De onderbroken lijn geeft de gemiddelde HI oppervlakte dichtheid, σ_{HI}, als functie van straal weer.
Radial distribution of HI holes in M31. The full-drawn line represents the HI surface density as a function of the radius.

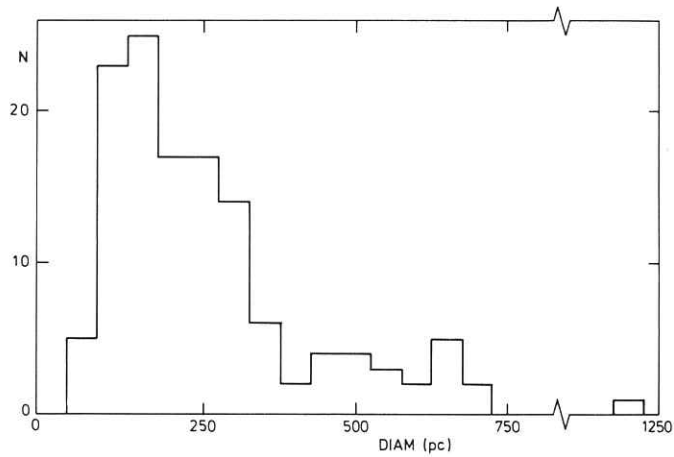


Fig. 3.4.3.
Frequentieverdeling van de diameters van de HI gaten.
Frequency distribution of the diameters of HI holes in M31.

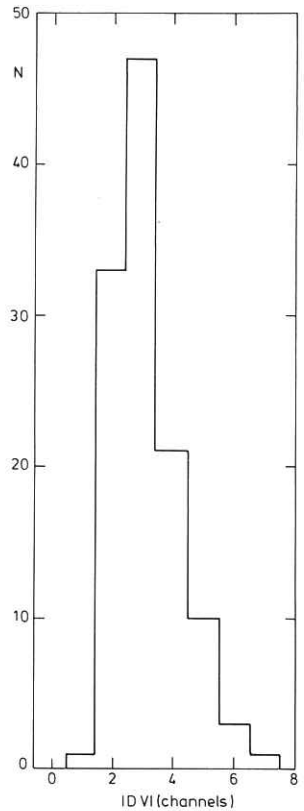


Fig. 3.4.4.
Frequentieverdeling van de absolute waarde van de expansiesnelheden, gemeten in stappen van één kanaal. De stapgrootte tussen de kanalen bedraagt 4,1 km/s.
Frequency distribution of the absolute value of expansion velocities in M31 in steps of 4.1 km/s.

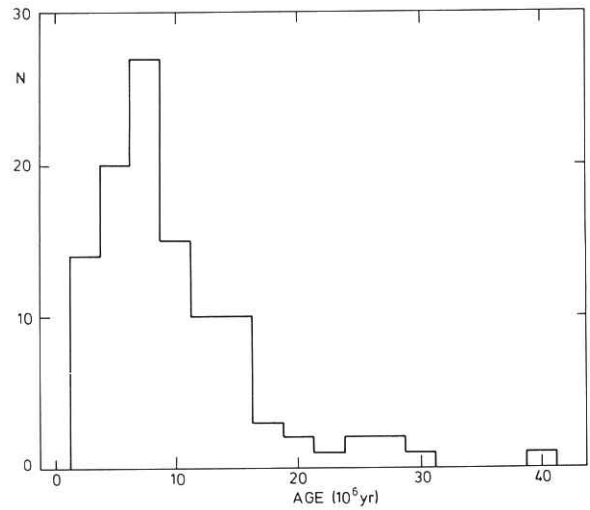


Fig. 3.4.5.
Frequentieverdeling over leeftijd van de gaten, gemeten in eenheden van 10^6 jaar.
Frequency distribution of the age of HI holes in M31, in steps of 10^6 years.

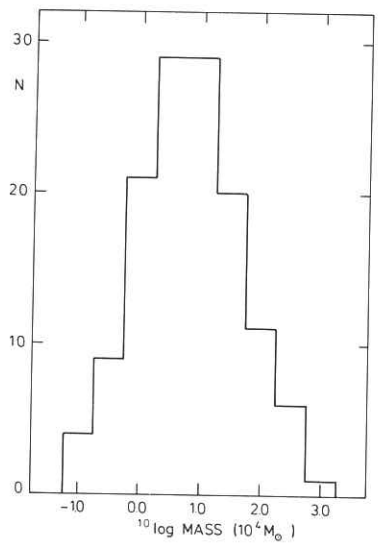


Fig. 3.4.6.
Frequentieverdeling over de HI, die op de positie van elk gat ontbreekt, gemeten in 10^4 $M_\odot$.
Frequency distribution of the missing HI in HI holes in M31 in steps of 10^4 $M_\odot$.

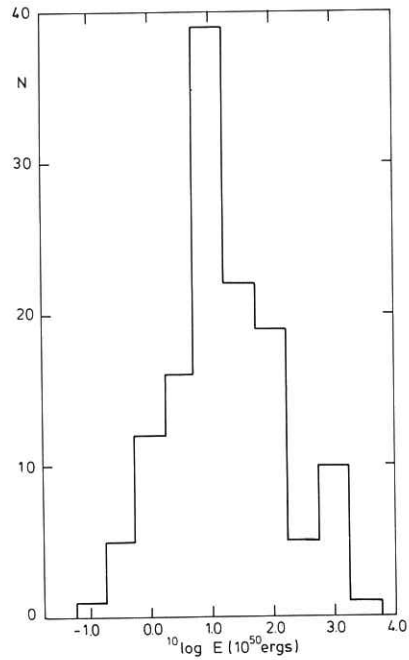


Fig. 3.4.7.
Frequentieverdeling over de energieën die nodig zijn om de gaten te produceren, in eenheden van 10^{50} ergs.
Frequency distribution in steps of 10^{50} ergs of the energies necessary to produce HI holes.

II. Radiocontinuum waarnemingen van het stelsel M31.

Als onderdeel van een gecombineerd radio-optisch onderzoek werkte Walterbos verder aan de radio continuum surveys van M31. De 1412 MHz survey waarover ook in het vorig jaarverslag gerapporteerd is, is beschreven in een artikel dat is ingezonden naar Astronomy and Astrophysics Supplement Series.

Burger rondde zijn Klein Onderzoek (onder leiding van Walterbos) af. Het betrof de identificatie van 21 cm radiobronnen met optisch geïdentificeerde HII gebieden en supernova resten. Tevens werd gezocht naar nog niet eerder geïdentificeerde supernova resten. Dit laatste bleek niet zo succesvol, omdat het aanwezige optische materiaal niet geheel voldoende was. In totaal werden ongeveer 30 HII gebieden en 5 supernova resten gedetecteerd op 21 cm. De HII gebieden in M31 blijken veel zwakkere radiobronnen te zijn dan bijv. HII gebieden in M33. Dit is in overeenstemming met hun Hα emissie (6563 A) en duidt op stelsel (type) afhankelijke stervormingseigenschappen. In het najaar van 1984 hebben Kennicutt (Minneapolis), Walterbos en Van der Hulst (Westerbork) op Kitt Peak spectra opgenomen van ongeveer 35 HII gebieden in M31 en M33 om deze verschillen nader te bestuderen.

Onder leiding van Walterbos begon Doggen in het kader van een Klein Onderzoek de analyse van de uitgebreide radio continuum emissie van M31, gebruik makend van de 610 MHz survey (zie jaarverslag over 1983) en de 1412 MHz survey. Een voorstel om M31 ook waar te nemen op 327 MHz met de Westerbork telescoop werd gehonoreerd. De uitbreiding van het spectrale bereik tot 327 MHz maakt een veel betrouwbaardere studie van de spectrale index van de emissie mogelijk.

III. 21 cm lijnwaarnemingen van M33.

Met ingang van 1 januari startte Deul met het eerste deel van zijn promotie onderzoek nar de fijnschalige structuur van de interstellaire materie in M33. Eind dit jaar werd ook begonnen, in samenwerking met Walker, aan het tweede deel van zijn promotie onderzoek naar de grootschalige structuur van ons eigen Melkwegstelsel, gebruikmakend van IRAS band 3 en 4 data, alle beschikbare HI surveys, de beschikbare en nog toe te zenden Columbia CO surveys, de Shane-Wirtanen melkwegstelsel tellingen en de Bonn 408 MHz all-sky continuum survey. De eerste studie is een voortzetting van het doctoraal onderzoek dat door Deul werd verricht ter reductie van de 21 cm lijn metingen waargenomen met de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT). Deze HI survey van M33 bestaat uit twee volledige synthese velden (4x12 uur = een volledige synthese). Fig. 3.4.8. toont de posities van beide veldcentra en tevens de cirkels op halfwaarde intensiteit van de primaire bundels. Een zeer belangrijk onderdeel bij de verwerking van dit type metingen is het inbrengen van de door de WSRT niet meetbare korte basislijnen: 0 en 18 meter intervallen. Een instrument dat bovenstaande korte spaties wel bevat is de 100 m Effelsberg 'single

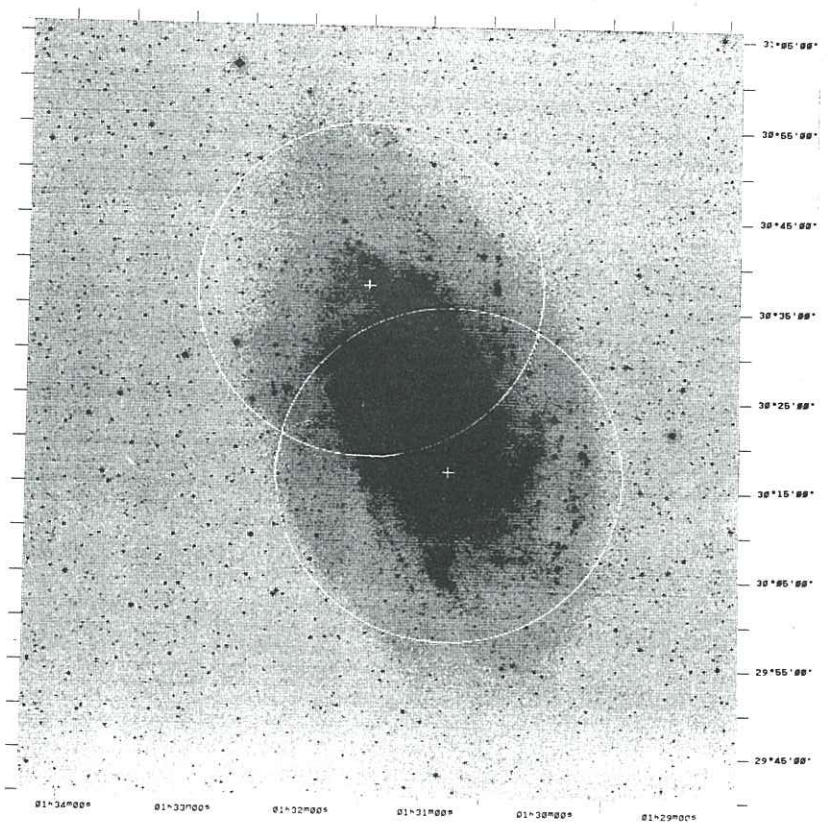


Fig. 3.4.8.
De Westerbork veldcentra, met cirkels op halfwaarde intensiteit van de primaire bundel, gesuperponeerd op een gedigitiseerde versie van de Palomar Sky Survey Blue plate van M33.
WSRT primary beams (FBHW) of M33 observations, superposed on Palomar Sky Survey Blue plate.

dish' radio telescoop van het Max Planck Institut für Radioastronomie (MPIfR). M33 is inderdaad met dit instrument waargenomen door Huchtmeier van het MPIfR, die zo vriendelijk was deze gegevens ter beschikking te stellen. Tijdens de analyse van de Effelsberg data bleek echter dat de gegevens spatiëel onderbemonsterd zijn, hetgeen bij de vereiste Fast Fourier Transform (FFT) een onoverkomelijke aliasing veroorzaakt, waardoor deze metingen voor dit doel volledig onbruikbaar bleken te zijn. Dit probleem is in samenwerking met Van der Hulst van de Stichting RZM aan Huchtmeier voorgelegd (juli 1983). Begin 1984 (januari/februari) is de Effelsberg 100 m telescoop ingeschakeld voor een nieuwe survey van M33, maar nu op een dicht (=volledig) bemonsterd rooster.

Tengevolge van de gelimiteerd beschikbare tijd op deze telescoop en de uitgebreidheid van dit melkwegstelsel (53'x83') was het niet mogelijk de gehele schijf op bovengenoemde manier waar te nemen. Hierdoor bleek uiteindelijk de inbreng van de 0 en 18 meter spaties in de Westerbork dataset alleen goed te gaan voor die kanaalkaarten, waarvoor de HI emissie binnen het door Effelsberg volledig bemonsterde gebied ligt. Dit komt neer op ongeveer 22 kanaalkaarten. De resterende kaarten hebben een extrapolatie methode ondergaan om de gemiste korte spaties zo goed mogelijk op te vullen. Deze methode is ontwikkeld door Walterbos en Braun en maakt gebruik van een Fourier aanpassing aan een leeg stuk in de kaart. Zij is gebaseerd op enkele aannamen en eisen, waarvan de meest belangrijke zijn: ten eerste moet in een synthese kaart het aanpassingsgebied dat buiten de emissie en binnen de eerste 'grating ring' ligt altijd vlak zijn en ten tweede moet dit gebied zodanig van grootte zijn dat daaruit structuren met de gezochte schaalgrootten gevonden kunnen worden. Aan bovengenoemde eisen wordt in de betreffende kanaalkaarten voldaan en deze methode is dan ook met succes toegepast.

Begin december zijn de uiteindelijke kanaalkaarten beschikbaar gekomen en is Deul begonnen met het schrijven van een eerste artikel, waarin de survey wordt gepresenteerd. Hij hoopt begin 1985 aan te kunnen vangen met de interpretatie van deze gegevens. Naast bovengenoemde activiteiten zijn in het kader van het multispectrale karakter van het onderzoek beide Palomar Sky Survey platen van M33 gedigitiseerd.

Tevens heeft S.v.d. Bergh (Dominion Astrophysical Observatory, Victoria) naar aanleiding van zijn bezoek aan de Leidse Sterrewacht, Deul zijn U.B.V.R. Hα en [SII] platen ter beschikking gesteld, waarvan copieën gedigitiseerd zijn. Alle eerder genoemde optische fotometrie is niet gecalibreerd maar wel ter beschikking op gelijke schaal met de HI survey van M33. Verder worden de 50 cm continuum WSRT waarnemingen gereduceerd en zijn er tweemaal twaalf uur WSRT 327 MHz metingen toegezegd door de Westerbork PC voor het jaar 1985.

Tenslotte zijn nu ook de IRAS infrarood kaarten van M33 in de 60 μm en 100 μm banden beschikbaar, naast enkele deelkaarten met hogere resolutie.

IV. General (extra)galactic research.

Met Miley, Van der Laan en Strom (Dwingeloo) heeft Jägers zijn onderzoek naar zeer uitgebreide sterke extragalactische radiobronnen voortgezet. Het onderzoek omvat 30 bronnen, alle groter dan 200 boogsec. Vrijwel alle radiobronmorfologieën zijn vertegenwoordigd. De 30 bronnen zijn met de 3 km Westerbork Radio Telescoop waargenomen op 0,6 GHz. Voor zo'n 25 van de 30 bronnen zijn er ook 1,4 GHz waarnemingen beschikbaar. De meeste hiervan zijn nog met de 1,5 km Westerbork telescoop gemeten. Deze waarnemingen werden opnieuw gereduceerd en de kaarten zijn nu vergelijkbaar met de 3 km 0.6 GHz kaarten. De interpretatie van deze gegevens, met name die van de lineaire polarisatie, is voortgezet. Van één van de dertig bronnen, 4C73.08, zijn er behalve op 0,6 GHz en 1,4 GHz ook waarnemingen gedaan met het nieuwe 327 MHz systeem. De hoge polarisatiegraad op 0,6 GHz samen met de nogal bijzondere morfologie, waren de aanleiding tot deze waarnemingen. Hoewel de reductie, uitgevoerd door Dumoulin, van deze 327 MHz gegevens nog in volle gang is, is het al duidelijk dat ook bij deze lage frequentie nog volop gepolariseerde straling aanwezig is. De structuur van de polarisatieverdeling is vergelijkbaar met die op 0,6 en 1,4 GHz.

Samen met Leahy en Pooley (Cavendish Laboratory, Cambridge) heeft Jägers het onderzoek naar het radiostelsel 3C66B afgerond. Hierbij werden 5 km Cambridge waarnemingen, 3 km WSRT waarnemingen en waarnemingen met de VLA in verschillende configuraties op 5 verschillende frequenties vergeleken. Zij bepaalden de verdeling van de spectrale index, het geprojecteerde magneetveld en de Faraday rotatie in de bron. Er is een correlatie gevonden tussen de depolarisatie en de rotatiemaat, wat impliceert dat de rotatie gedeeltelijk binnen in de component die de radiostraling uitzendt plaatsvindt. Bovendien is er overtuigend bewijs voor rotatie in een voorgrond scherm bij het centrum van het ouderstelsel. De minimum dichtheden die afgeleid zijn voor de uitgebreide componenten zijn gelijk aan die van de "X-ray halo" die de radiobron omhult. Dit suggereert dat er materie de radiolobben binnenkomt vanuit het insluitende medium. De heldere jet geeft leerboek voorbeelden van de karakteristieke verschijnselen die bekend zijn in zulke lage-helderheids bronnen. Grootschalige magnetische veldringen komen voor daar waar de jets sterk expanderen tot heldere lobben, wat het idee van een plotselinge verandering in de jetstroom bevestigt.

Barthel bundelde zijn quasar- (en radiomelkwegstelsel-) waarnemingen, gedaan met WSRT, VLA, MERLIN, Europese- en transatlantische VLBI in zijn proefschrift "Radio Structure in Quasars", verdedigde e.e.a. in september, en vertrok daarna naar het California Institute of Technology, Pasadena, USA. Verschillende aspecten van deze quasi-stellaire radiobronnen worden in het proefschrift behandeld, variërend van de zeer compacte radiokernen (typische schaal 10 lichtjaar), de compacte hotspots (typische schaal 100 lichtjaar), tot de grote morfologie in met name de

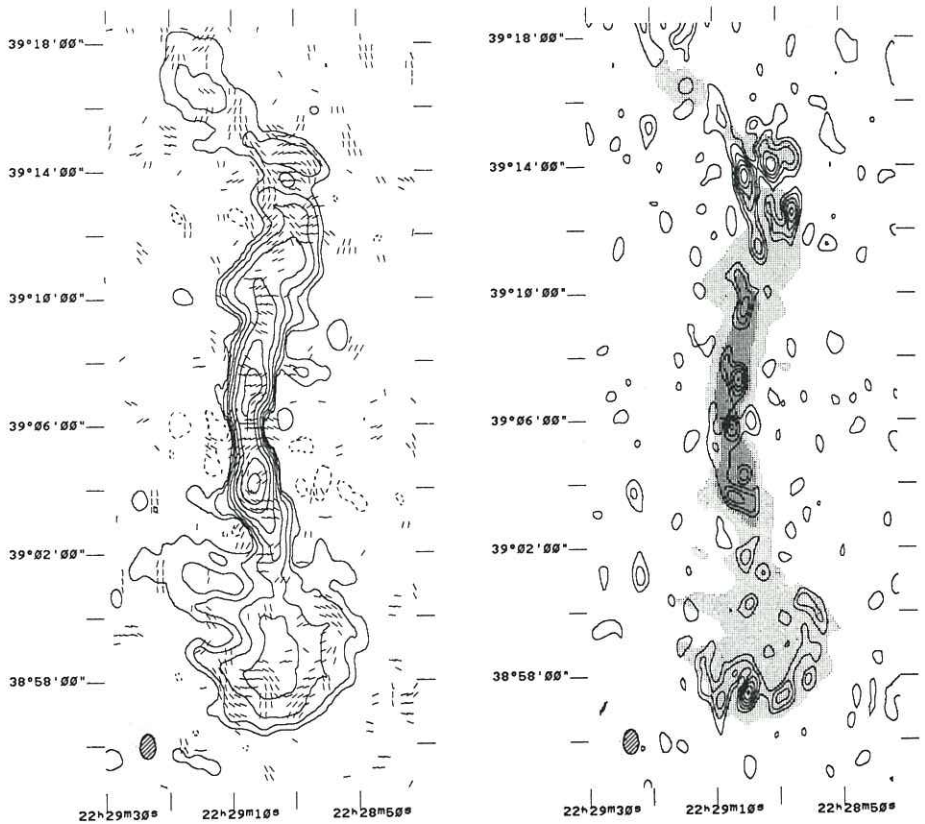


Fig. 3.4.9.
De radiobron 3C449, waargenomen met de 3 km WSRT op een frequentie van 0,6 GHz: 9a de totale intensiteit en de richting van de waargenomen electrische vector: 9b de intensiteit van de gepolariseerde straling gesuperponeerd op een grijsschaalplot van de totale intensiteit.

The radiosource 3C449 at 600 MHz, observed with the WSRT. a: total intensity and the direction of the electric vector. b: polarized intensity, superposed on total intensity.

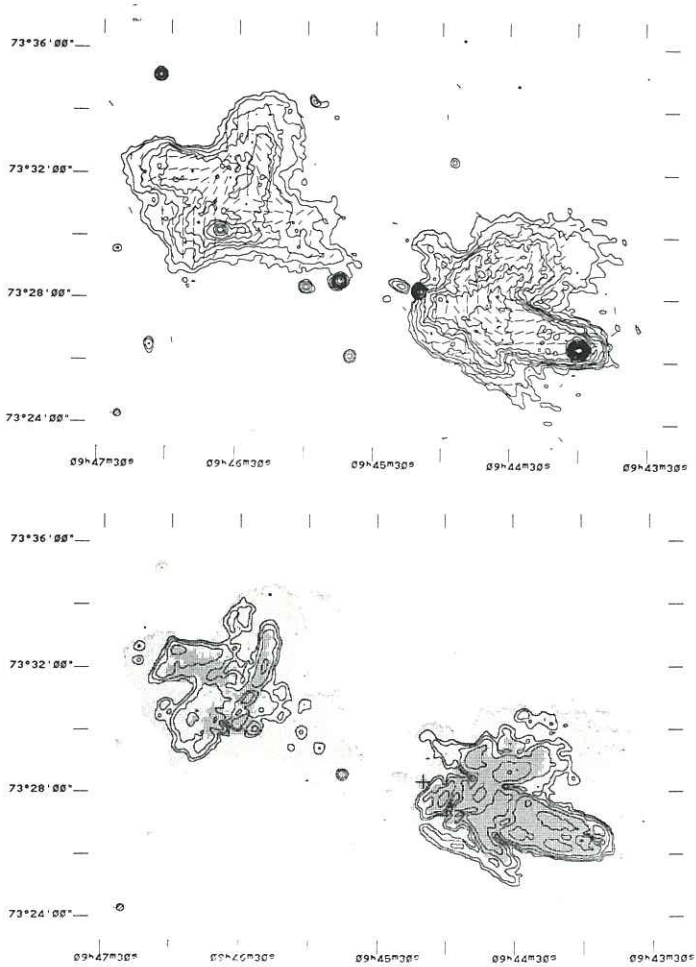


Fig. 3.4.10.

De radiobron 4C73.08, waargenomen met de 3 km WSRT op een frequentie van 1,4 GHz: 10a de totale intensiteit en de richting van de waargenomen electrische vector; 10b de intensiteit van de gepolariseerde straling gesuperponeerd op een grijsschaalplot van de totale intensiteit.

The radiosource 4C73.08 at 1400 MHz. a and b as in 3.4.9.

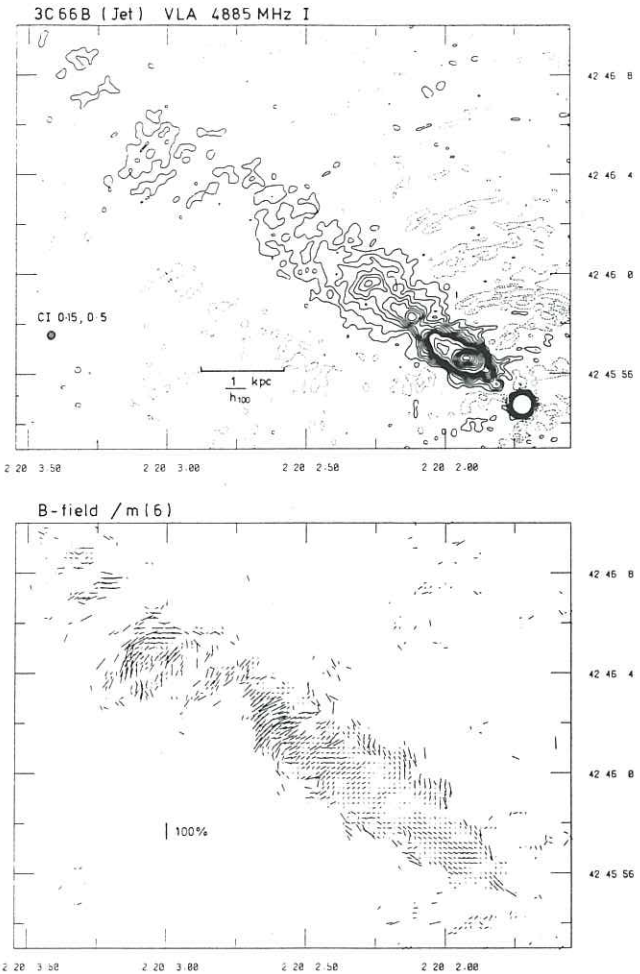


Fig. 3.4.11.
Radiokaart en electrische vector richting van 3C66B.
The radiosource 3C66B and the electrical vector of the polarised radiation.

quasars op zeer hoge roodverschuiving (typische schaal 10000 tot 100000 lichtjaar). De belangrijkste resultaten van Barthel's werk zijn: (i) het richtingsgeheugen in de kernen van enkele zeer grote quasars (zie fig. 3.4.12.) alsmede het feit dat de kernhelderheid (afgezien van wellicht relativistische bundeleffecten) ook een intrinsieke oorzaak heeft, (ii) het indirecte bewijs voor het bestaan van dichte, gasrijke melkwegstelsels op roodverschuiving 2-3, afgeleid uit het voorkomen van ultracompacte, subgalactische hotspots, en extreme radiojet-afbuiging op die hoge roodverschuiving, (iii) de suggestie dat hotspots in extragalactische radiobronnen i.h.a. de plaats van radiojet-afbuiging markeren, uit gedetailleerde waarnemingen van enkele dubbele hotspots, (iv) de ontdekking dat (steilspectrum) radio quasars op hoge roodverschuiving er -door de bank genomen- anders uitzien dan hun meer nabij gelegen soortgenoten, en (v) de suggestie dat de grote zowel als de kleine schaal morfologie van het (grootste) radiomelkwegstelsel 3C236 hun oorsprong hebben in één en hetzelfde mechanisme, te weten een langdurige, heftige wisselwerking tussen radiojets en een asymmetrische gasverdeling in het geässocieerde elliptische melkwegstelsel.

Begin februari van dit jaar is Grensemann in het kader van een Groot Onderzoek onder begeleiding van Barthel begonnen aan de reductie van 2 en 6 cm VLA-waarnemingen van een groep gedeformeerde quasars bij hoge roodverschuivingen (z>=1,5). Behalve naar de radiokaarten wordt er bij deze bronnen tevens gekeken naar de verdeling van intensiteit en positiehoek van de lineair gepolariseerde straling. De hieruit afgeleide richting van het geprojecteerde magneetveld blijkt de structuur van de quasars in een aantal gevallen goed te volgen. In een enkel geval wijkt de verdeling van de gepolariseerde intensiteiten af van hetgeen te verwachten zou zijn op grond van de gangbare modellen (bijv. 3C191).

In de zomer van 1984 heeft van Roermund zijn Klein Onderzoek betreffende de radiostructuur van quasars op hoge roodverschuiving afgerond. Hij verrichtte dit onderzoek onder begeleiding van Barthel.

De onderzoeksprojecten van Miley omvatten aspecten van actieve stelsels en quasars, waarbij waarnemingen worden verricht bij optische, infrarode en radiogolflengten. Samen met Heckman (Univ. of Maryland) en Van Breugel (Berkeley) bestudeerde Miley de morfologische associaties tussen lijn emissie en radiobronnen (o.a. in 3C277.3, 3C171, 4C29.30, 4C26.42, 3C293 en Minkowski's Object). Een resultaat is dat heet gas de radio jets kan buigen en de collimatie verminderen, de radio emissie kan depolarizeren en zelfs resulteren in radio 'knots'. Radio jets kunnen ook de omgeving waar zij door heen gaan beïnvloeden en daarbij optreden als een bron van ionizatie en zo de kinematica van het gas beïnvloeden. Co-existentie van het relativistische plasma (radio) met het thermische gas (optisch) geeft een unieke mogelijkheid om actieve stelsels te leren begrijpen.

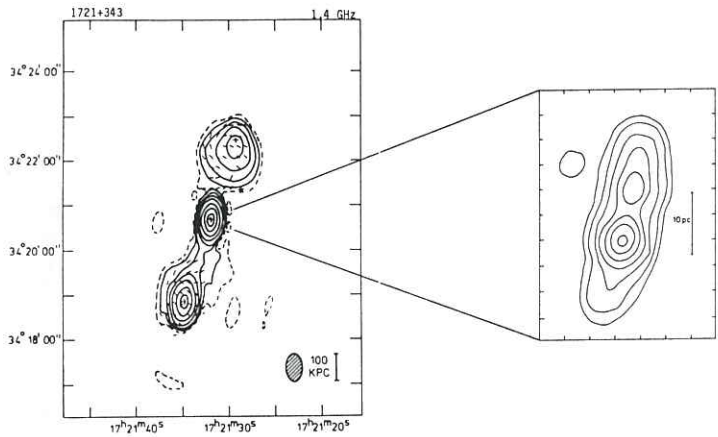


Fig. 3.4.12.
Deze figuur laat het richtingsgeheugen tussen de VLBI-kern en de grootschalige radiostructuren van 1721+343 zien op 1,4 GHz.
The 'direction-memory' in 1721+343 between the VLBI-nucleus and the large scale radiostructures at 1400 MHz.

Miley, de Grijp en Lub voerden optische en radio vervolg waarnemingen uit aan infrarood bronnen welke geselecteerd zijn uit het IRAS data bestand als kandidaten voor stelsels met actieve kernen.

Resultaten verkregen uit de spectroscopische waarnemingen gedaan in La Silla laten zien dat de selectie van de IR kleur van de IRS data een 70% efficiënte voorspeller is voor stelsels met Seyfert spectra. Binnen een paar jaar is het duidelijk geworden dat deze infrarode Seyferts in grotere aantallen voorkomen dan de Seyferts die op conventionele manier worden ontdekt.

Miley, Barthel en Schilizzi (Dwingeloo) werkten samen bij het in kaart brengen en monitoren van de kernen van uitgebreide radiobronnen die geassociëerd zijn met quasars. Verder werden de groot- en kleinschalige structuur van het 4 Mpc radiostelsel 3C236 onderzocht.

Miley en De Grijp bestudeerden de 327 MHz structuur van de Perseus Cluster.

In 1984 zette de Waard zijn onderzoek aan actieve kernen voort. Hierbij wordt gezocht naar relaties tussen de optische en de radio eigenschappen van deze kernen. Vooral worden de Broad Line Region (BLR) en de Narrow Line Region (NLR) onderzocht en de interactie van de radio jets met deze gebieden. De radio jets en de compacte radio structuur in het algemeen worden onderzocht met behulp van Very Long Baseline Interferometry (VLBI), terwijl de eventuele gevolgen van de interacties zichtbaar in het optische deel van de spectrum, worden onderzocht aan de hand van hoge resolutie spectra. De MarkII/III survey welke was gestart in 1983 werd in 1984 afgerond en in totaal werden 25 bronnen waargenomen, die brede emissielijnen in hun optische spectra vertonen. Daar deze brede lijnen uit een zeer compact gebied van het stelsel komen is zeer hoge resolutie vereist en werd voor deze survey een transatlantisch VLBI netwerk gebruikt met als langste basislijnen ongeveer 130 Mλ (resolutie ~ 1,6 milli boogseconden). De reductie en interpretatie van deze survey werd in 1984 voltooid en de resultaten zullen begin 1985 worden gepubliceerd. Deze survey leidde tot het volledig in kaart brengen met een acht stations transatlantisch VLBI netwerk van vier quasars uit deze survey. Deze quasars bleken namelijk een hoge fringe visibility te hebben (d.w.z. practisch alle emissie komt uit een zeer compacte kern) en er waren aanwijzingen voor de aanwezigheid van VLBI-jets. Deze vier quasars vertonen in hun optische spectra sterke FeII emissie, iets wat veroorzaakt wordt door de interactie van VLBI jets met de Broad Line Region. Tevens zijn deze quasars variabel en vertonen sterke röntgen emissie. Gegevens van twee van deze quasars zijn gecorreleerd op Caltech en de gegevens van de andere twee zullen in februari 1985 worden gecorreleerd. Fig. 3.4.13. laat een VLBI kaart van 2201+315 zien. De vier bronnen werden ook waargenomen in het optische deel van het spectrum. De Waard heeft hiertoe in april (ESO-Chili) en in october (La Palma) zeer hoge resolutie spectra opgenomen van een steekproef van actieve stelsels. Van

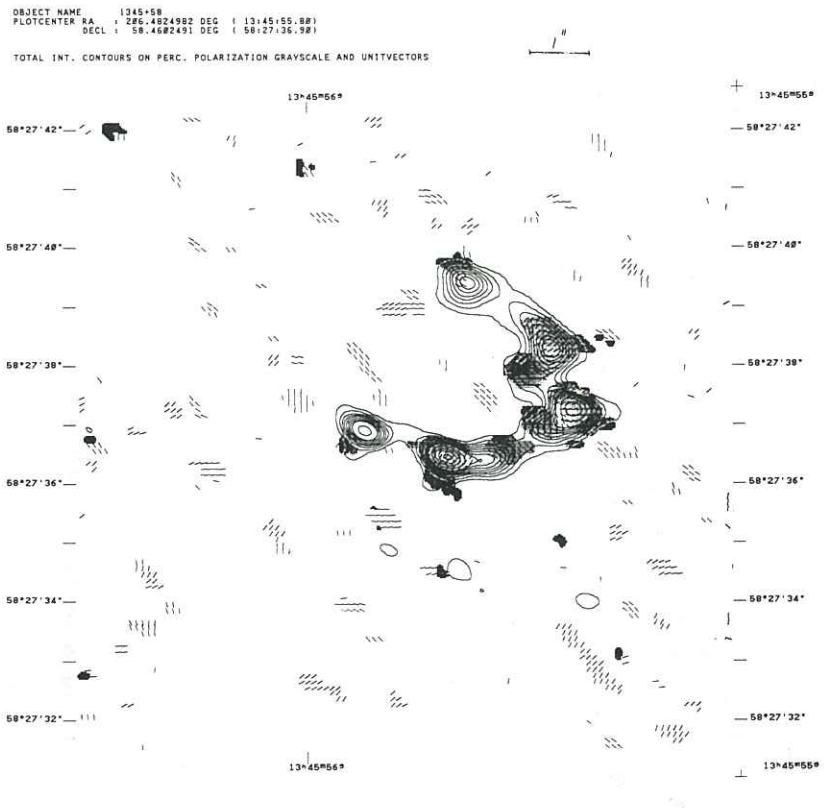


Fig. 3.4.13.

De quasar 4C58.27 bij een roodverschuiving van z=2,039. De contouren geven de intensiteit, de grijsschaal het percentage gepolariseerde straling en de vectoren de richting van het E-veld aan. Het magneetveld volgt de radiostructuur van de quasar.

The quasar 4C58.27 (z=2,039). Contours indicate the total intensity, the greyscale the polarization percentage and the lines the direction of the electric field.

2201+315 is een ongecalibreerd spectrum te zien in fig. 3.4.14., waar de FeII duidelijk zichtbaar aanwezig is. De waarnemingen voor de VLBI survey van objecten die nauwe emissie lijnen vertonen in hun optische spectra (NLR) zijn afgerond, en de correlatie van de video tapes is voltooid. Verdere reductie en analyse wordt samen met van Weeren voortgezet als onderdeel van zijn Klein Onderzoek. Van dit sample zijn de [OIII] lijnprofielen goed gedefiniëerd. Vijf bronnen uit deze survey vertonen interessante variaties in hun visibilities en voor deze zal vervolg waarneemtijd worden aangevraagd om ze volledig in kaart te brengen.

De Waard en Strom (Dwingeloo) hebben hun survey naar absorptie in hoge roodverschuivings quasars afgerond en de resultaten zullen begin 1985 worden gepubliceerd in Astronomy and Astrophysics. Nu de IRAS data beschikbaar komen zal verder gegaan worden met de bepaling van spectrale indices van actieve kernen. De data van de VLA (1, 2, 6, 18 cm) en de WSRT data (50 cm) zijn gereduceerd.

Oort jr. voltooide in samenwerking met Katgert zijn analyse van de 60 LBDS radiobronnen die eind vorig jaar door hen met de VLA met een resolutie van 1".4 zijn waargenomen. Hoewel het sample klein is kunnen er een aantal interessante conclusies getrokken worden die uitgebreider onderzocht moeten worden door middel van gelijksoortige waarnemingen. Allereerst blijken de klassiek bekende elliptische radiostelsels (vanaf nu aangeduid als rode stelsels) en de door Windhorst in zijn proefschrift beschreven blauwe stelsels, die met optische criteria van elkaar te scheiden zijn, ook in het radiogebied qua structuur te verschillen. De blauwe stelsels zijn bijna uitsluitend compacte radiobronnen, terwijl de rode stelsels veel meer diffuse emissie of grote radiolobben hebben. Daar de blauwe stelsels gemiddeld zeker niet verder weg staan dan de rode, betekent dit dat zij ook intrinsiek kleiner zijn. De afname van de mediane hoekdiameter beneden ~10 mJy is daarom waarschijnlijk volledig het gevolg van de veranderde rood/-blauw verhouding bij lage fluxen. Daar de blauwe stelsels domineren bij lage fluxen zal het mogelijk zijn om nog zwakkere radiobronnen met hoge resolutie gemakkelijk waar te nemen. Er is ook een statistische vergelijking gemaakt van de parameters van de radiobronnen zoals bepaald met de VLA en uit de oorspronkelijke Westerbork kaart (12" resolutie). Vooral de hoekmaat van bronnen wordt, zelfs na de correcties, met de WSRT overschat. Daardoor kan de mediane hoekverdeling van radiobronnen op lage fluxen te hoog zijn.

Samen met Van Langevelde werd een begin gemaakt met de reductie van het Deep Survey veld Hercules.1. De ruis in deze kaart zal ongeveer 40 μJy bedragen, een factor 1,5 maal dieper dan het tot nu toe diepste WSRT veld (Lynx.2). Het Hercules veld blijkt, vreemd genoeg, veel minder radiobronnen te bevatten dan het Lynx veld (60 tegen 90) ondanks de grotere gevoeligheid. Om te onderzoeken of dit significante verschil louter toevallig is of dat er op schalen van 1 vierkante graad echt niet-toevallige fluctuaties

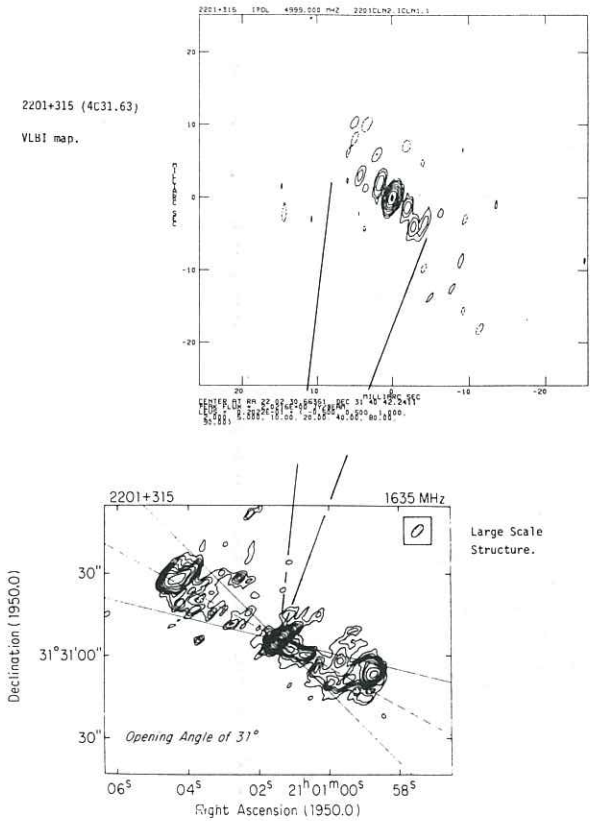


Fig. 3.4.14.
De groot- en kleinschalige radiostructuren van de quasar 2201+315 (4C31.63). De VLBI kaart is samengesteld uit data van een 8-stations VLBI-netwerk.
VLBI and large scale radio structure of 4C31.63.

in de brondichtheid zijn, werd ook het veld Hercules.2 met het Westerbork DCB waargenomen. Combinatie met de zeer diepe waarneming van het veld Lynx.3A (16x12h, 40 MHz bandbreedte), welke aan het eind van het jaar werden voltooid, zal op deze zaak hopelijk licht kunnen werpen. Teneinde enige informatie te krijgen over de spectrale eigenschappen van de mJy melkwegstelsels werden 6 cm WSRT (DCB) waarnemingen gedaan van de centrale gedeelten van een viertal LBDS velden. Met de analyse van deze waarnemingen kon echter pas tegen het eind van het jaar worden begonnen.

Bij de discussie van de resultaten van de diepe extragalactische surveys in termen van een epoche-afhankelijke radio-lichtkracht functie speelt de radio brontelling een belangrijke rol. Deze vormt namelijk een (sterke) randvoorwaarde bij de extrapolatie van de radio-lichtkracht functie voorbij de grenzen van het optische materiaal. Om deze reden bepaalde Katgert een samengestelde 1,4 GHz brontelling, op basis van 6 (recente en oudere) Westerbork surveys. De resulterende telling bevat meer dan 1250 bronnen met fluxen tussen ~0,3 en ~750 mJy.

Aan het eind van het jaar werd door van Langevelde een begin gemaakt met de optische identificatie van de WEDS survey (S>1,5 mJy) op diepe 48" Palomar Schmidt platen (IIIa-F en IIIa-J).

Samen met de Bruyn (Dwingeloo) deed Katgert 6 cm WSRT metingen van een representatieve verzameling van een 14-tal radioheldere quasars. Hiervoor was eerder vastgesteld dat ze puntvormig zijn, met bovenlimieten voor secundaire structuur van 0,2-0,4%. Hoewel de analyse nog niet is voltooid kan al wel worden gezegd dat de WSRT redundancy waarnemingen deze bovengrenzen zeker met een grootte-orde zullen kunnen verbeteren voor alle 14 quasars.

Windhorst voltooide in januari 1984 zijn promotie onderzoek in Leiden en begon in februari als een Carnegie Fellow op Mount Wilson en Las Campanas Observatoria te Pasadena (USA). Hij startte daar twee nieuwe projecten, beide geïnspireerd door het promotieonderzoek aan zeer zwakke radiobronnen.

Windhorst heeft een overzichtsartikel geschreven betreffende de kosmologische evolutie van radiobronnen. Ten eerste werden alle data die ter beschikking zijn vanaf 1980 (radiosurveys, spectrale index verdelingen en ruimtelijke grootte statistieken) samengevat en het verband met het onderzoek naar kosmologische evolutie gelegd. Ten tweede werden alle systematische optische identificaties, fotometrische en spectrometrische programma's inclusief classificatie schema's voor radiobron identificatie en de bestaande begrenzingen voor spectrale evolutie van radiostelsels samengevat. Systematische nabij-infrarood en röntgen metingen van radiobronnen werden ook besproken. Ten derde werd alle informatie over de locale radiolichtkracht functie van verschillende radio populaties en de diverse benaderingen in de literatuur van de cosmologische evolutie van deze radiobronnen aan een kritische blik onderworpen. Als laatste werd de relevantie van de spectrale evolutie van radiobronnen besproken en een scenario gepresenteerd, waarin de fysica van de kosmologische evolutie van radiobronnen begrepen

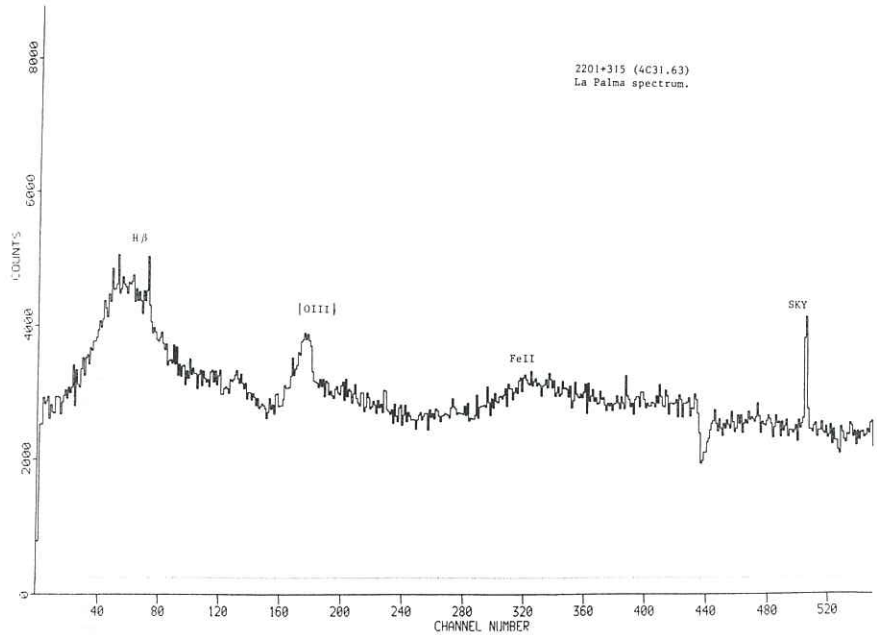


Fig. 3.4.15.
Het optische spectrum van de quasar 2201+315 (4C31.63), genomen met de Isaac Newton Telescope op La Palma (ongecalibreerd). De optische FeII emissie is duidelijk zichtbaar.
Uncalibrated optical spectra of 4C31.63 taken with the 2.5 m Isaac Newton Telescope on La Palma. Note the FeII emission.

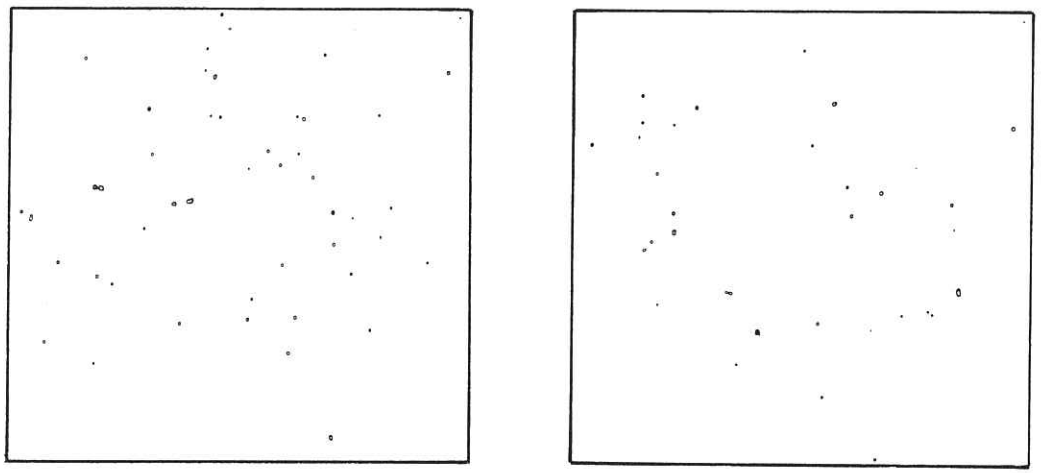


Fig. 3.4.16.
Contourplots van de twee deep surveyvelden Lynx.2 en Hercules.1., met identieke contourniveaus geplot. De verschillen in de verdeling van bronnen in deze velden zijn duidelijk te zien.
Deep survey fields Lynx.2 and Hercules.1. The difference in source statistics is clearly visible.

kan worden als het gevolg van een niet-gelijktijdig ontstaan van melkwegstelsels van diverse Hubble typen verspreidt over een grote kosmologische tijd.

3.5. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen.

Redaktie: G. v.d. Burg.

In dit verslagjaar is de met de radiotelescoop te Dwingeloo uitgevoerde pilot survey naar HI gebieden in Voids afgerond. Van de eveneens te Dwingeloo uitgevoerde survey naar hoge snelheidswolken is nu een bruto lijst van gedetecteerde objecten beschikbaar. Naast de voortzetting van het onderzoek aan vroeg type sterrenstelsels, geïsoleerde stelsels en stelsels met zwakke begeleiders is de reductie van WSRT metingen aan NGC2146, M51 en NGC2685 weer ter hand genomen. Genoemde projecten worden uitgevoerd in samenwerking met diverse instituten waaronder de Sterrewacht Leiden, Princeton University, University of Cincinnati, Instituto Argentino di radioastronomia en Tel Aviv University.

3.5.1. Vroeg type stelsels.

Dit verslagjaar zijn de 21 cm lijn WSRT metingen van NGC4594 (Sombrero) gepubliceerd. Uit modelaanpassingen blijkt dat de gemeten HI-verdeling is te reproduceren d.m.v. twee elkaar gedeeltelijk overlappende ringen van waterstof. Getracht wordt om deze HI-verdeling te interpreteren als delen van spiraalarmen in dit Sa stelsel (Van der Burg en Shane). Toepassing van de verdichtingsgolftheorie voor nauw gewonden spiralen levert dan een schatting van de oppervlakte-dichtheid in de schijf van dit stelsel op. De eerste globale resultaten geven aan dat de gevonden dichtheid (evenals de interstellaire materie: Bajaja et al., Astron. Astrophys. 141), vergelijkbaar is met die in de Melkwegschijf. Dit levert dan een beeld op van de Melkwegschijf, ingebed in een uitgestrekte halo.

Dit jaar heeft Cuypers de reductie hervat van metingen aan NGC2685 waarbij de oude WSRT waarnemingen van dit stelsel, op basis van een maximale basislijn van 700 m, zijn aangevuld met metingen tot een basislijn van 1500 m (Shane, 1980, Astron. Astrophys. 82). De eerste resultaten m.b.t. dit uitzonderlijke stelsel, met twee nagenoeg loodrecht op elkaar roterende gassystemen, zijn veelbelovend. De waterstofverdeling in dit stelsel bij snelheden van 750 en 990 km/s is weergegeven in figuur 3.5.1. (te vergelijken met figuur 2 uit Shane, 1980). Inmiddels is ook een begin gemaakt met de reductie van de 3 km DLB metingen van dit stelsel.

De reductie van NGC4138 is dit jaar voltooid en een publicatie is in voorbereiding (Krumm en Shane). Aan de voorlopige resultaten, zoals vermeld in het vorige jaarverslag, kan worden toegevoegd dat weinig of geen HI wordt aangetroffen in het centrale gebied van het stelsel (zoals in meerdere gasrijke, vroeg type sterrenstelsels). Dit ontbreken van gas kan worden toegeschreven

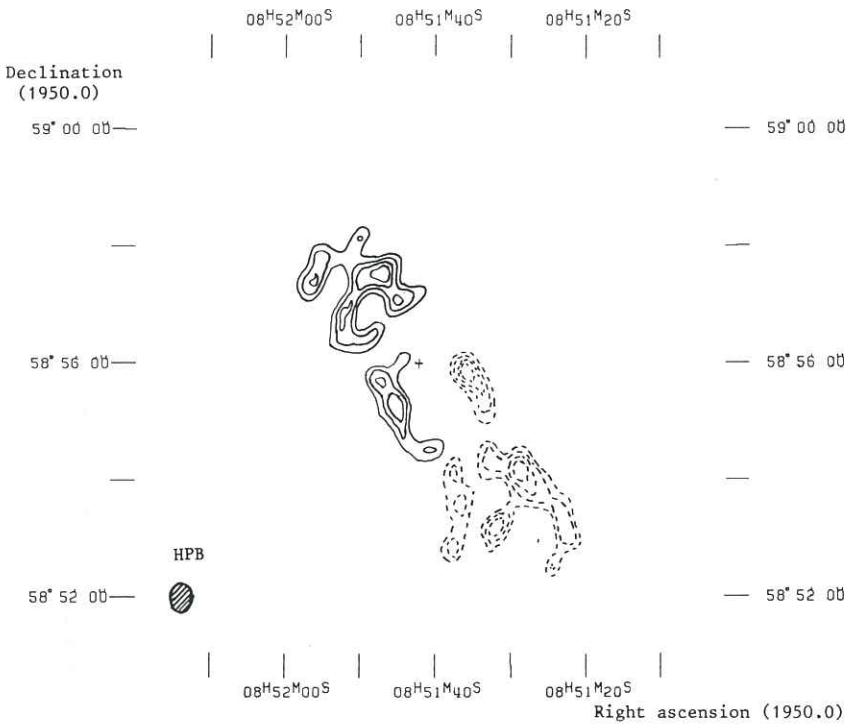


Fig. 3.5.1.
Waterstofverdeling in NGC2685 (Spindle) bij 2 snelheden (onderbroken contouren: v=750 km/s; gesloten contouren: v=990 km/s). Laagste contourwaarde is 3,2 K en het contourinterval is 1.6 K. Deze figuur is vergelijkbaar met fig. 2 uit Shane, 1980, Astron. Astrophys. 82.

HI distribution in NGC2685 (Spindle) at 2 velocities (broken contours: v=750 km/s; solid contours: v=990 km/s). Lowest contourvalue is 3.2 K and the contour interval is 1.6 K. This figure is comparable with fig. 2, Shane, 1980, Astron. Astrophys. 82.

aan sterformatie welke in het buitengebied veel minder gevorderd is. De rotatiesnelheid van het gas neemt sterk af op grotere afstand van het centrum, ook als rekening wordt gehouden met een "warp" in de buitenste gasverdeling, maar desondanks zijn er aanwijzingen van een belangrijke bijdrage door onzichtbare massa in dit gebied. In deze metingen is geen aanwijzing gevonden omtrent absorptie of emissie op de positie van de quasar 3C268.4, 2;9 verwijderd van het centrum van NGC4138.

3.5.2. Sterrenstelsels en hun omgeving.

Stelsels met zwakke begeleiders.

De resultaten van Nançay metingen aan sterrenstelsels met zwakke begeleiders, ondernomen ter voorbereiding van eventueel nadere waarnemingen met de WSRT, zijn ter publicatie aangeboden (Van der Burg). De reductie van WSRT metingen aan enkele van deze groepjes werd voortgezet. In figuur 3.5.2. is een waterstofkaart weergegeven van de omgeving van het SO stelsel NGC4111. Alhoewel deze Westerbork meting geen meetbare hoeveelheid gas in NGC4111 zelf toont, blijkt dit stelsel omringd te zijn door vijf waterstofrijke begeleiders. Uitgezonderd UGC7089 is geen van deze begeleiders (waaronder twee geclassificeerd als SO) eerder in HI gedetecteerd. De anonieme begeleider ten zuiden van UGC7094 is een onregelmatig uitziend stelsel, nauwelijks zichtbaar op de Palomar Sky Survey.

De waterstofverdeling in NGC5899 vertoont gasfilamenten die zich uitstrekken in de richting van de enige gedetecteerde begeleider, NGC5900 (10' noord van NGC5899). Beide stelsels vertonen bovendien aan de zuidkant een opvallend scherpe begrenzing van de waterstofverdeling.

Uit de lijnkaarten van NGC3329 blijkt, na een moeizame reductie, dat naast dit stelsel één begeleider is gedetecteerd.

M51.

De eerste WSRT metingen aan M51 toonden, naast HI geassociëerd met de optische schijf, een uitbreiding van het gas ten zuid-oosten van dit stelsel. Giovanelli en, onafhankelijk daarvan, Bajaja vonden uit single dish metingen aanwijzingen voor het bestaan van een waterstofwolk noordelijk van M51, maar met snelheden buiten het snelheidsinterval van de genoemde WSRT meting. Nieuwe WSRT metingen van twee velden in de direkte omgeving van M51 werden gemaakt met het DLB. Dit jaar heeft Smeets de reductie van beide metingen weer ter hand genomen.

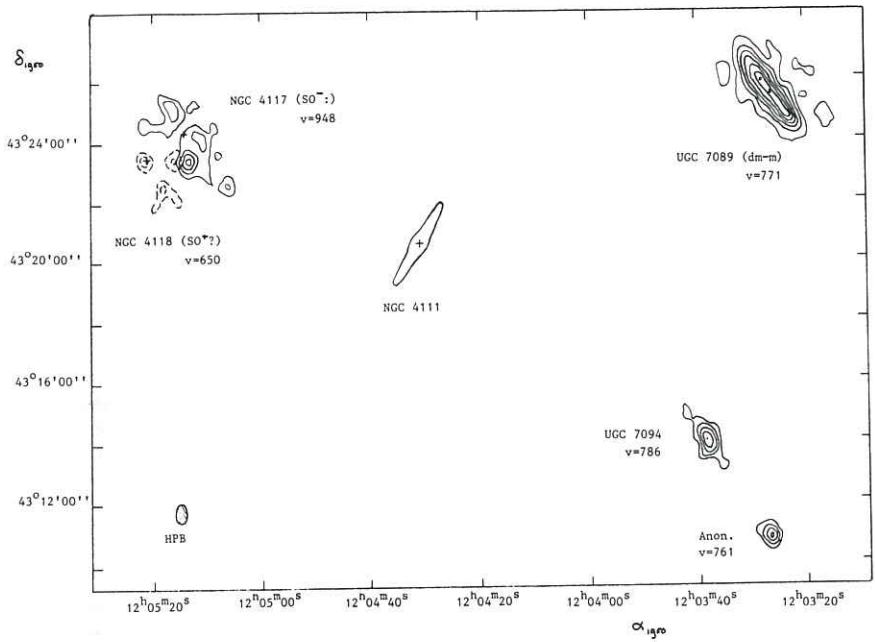


Fig. 3.5.2.

Waterstofverdeling in de 5 gedetecteerde begeleiders van het SO stelsel NGC4111. Bij elk gedetecteerd stelsel is zowel het type als de radiële snelheid (km/s) weergegeven. Het laagste contourniveau en het contourinterval zijn $2{,}3\times10^{20}$ at/cm^2. Voor UGC7089 is het contourinterval $4{,}6\times10^{20}$ at/cm^2. Van NGC4111 (V_R=749 km/s: 2RC) is de afmeting op de Palomar Sky Survey weergegeven.

HI distribution in the 5 detected companions of the SO galaxy NGC4111. For each detected galaxy the type and radial velocity (km/s) are given. The lowest contour level and the contour interval are 2.3×10^{20} at/cm^2. For UGC7089 the contour interval is 4.6×10^{20} at/cm^2. The dimensions of NGC4111 (V_R=794 km/s: 2RC) on the Palomar Sky Survey are indicated.

NGC2146.

Dit spiraalstelsel met een opvallende derde arm, is omgeven door grote hoeveelheden waterstofgas. Uit IRAS metingen is vast komen te staan dat NGC2146 een sterke infrarood bron is. Dit jaar heeft Caspers, na een eerste aanzet door Van Albada (Leiden), de reductie van WSRT metingen aan dit stelsel voortgezet. De aanwezigheid van een sterke en uitgebreide continuumbron vereist speciale aandacht bij de reductie van deze meting.

3.5.3. Messier 31.

De resultaten van de radiosurveys in de 21 cm lijn van neutraal waterstof en in het 49 cm continuum uitgevoerd m.b.v. de WSRT en in samenwerking met de Leidse Sterrewacht, zijn dit jaar gepubliceerd.

Een derde artikel betreffende het 21 cm continuum van dit stelsel, is ter publikatie aangeboden. Met deze serie publikaties is de Nijmeegse bijdrage aan het onderzoek van M31 afgesloten. Voor een discussie van de verkregen resultaten, zie het hoofdstuk 3.4., "Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden".

3.5.4. Geïsoleerde stelsels.

Dit jaar is door Shane en Krumm de reductie van de WSRT meting aan NGC5832 voltooid. Enkele conclusies zijn vermeld in het vorige jaarverslag. Van NGC2684, 6012, 5448 en 5987 zijn inmiddels lijnkaarten beschikbaar. Tot nu toe is alleen voor NGC6012 een zeer uitgebreide HI-verdeling gemeten. De waterstofafmetingen in de overige 3 stelsels lijken niet significant af te wijken van die in niet-geïsoleerde stelsels.

3.5.5. Voids.

Dit jaar voltooide Hulsbosch een onderzoek van een pilot survey naar HI in Voids, uitgevoerd met de radiotelescoop te Dwingeloo (zie vorig jaarverslag). Het blijkt dat met name het frequentie interval 1381,4 tot 1390,4 MHz voldoende vrij is van radarstoring om een survey toe te laten waardoor bij voorkeur de Void in Perseus/Pisces in aanmerking komt. Het verdient aanbeveling om verder onderzoek in de vorm van driftmetingen met stilstaande telescoop uit te voeren. In het Perseus/Pisces gebied zijn profielen beschikbaar op 35 verschillende posities. Een drietal hiervan verdient nadere studie omdat een marginale component zichtbaar lijkt. Een van deze componenten wordt gemeten in de richting van UGC749. De $[M_{HI}/L]$ waarde van dit stelsel is ongeveer 1 ($M_{HI}/M \approx 0,5$)

3.5.6. Een gevoelige survey naar hoge snelheidswolken.

In het jaarverslag over 1983 is een uitgebreide beschrijving gegeven van de voorlopige resultaten. Dit jaar is door Hulsbosch de eerste reductiefase van de ca. 38000 waargenomen profielen (de registratie van alle pieken mogelijk behorend bij hoge snelheids componenten) voltooid. Het resultaat is een volledige lijst van 16500 componenten, inclusief de herhalingen, de nog niet verworpen storingen, de componenten zwakker dan de door ons gehanteerde detectielimiet of met te lage snelheden. Een eerste sortering toont aan dat dit zal leiden tot 3000 à 4000 verschillende posities met een hoge snelheidswolk, zodat verwacht kan worden dat op ca. 10% van de hemel een hoge snelheidscomponent in het HI profiel gevonden wordt.

3.6. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht.

Redactie: A.D. Fokker.

1. Zonnevlammen.

Uit de eerder vermelde WSRT metingen aan de grote zonnevlam van 16 mei 1981 kon J. Kaastra voor de eerste maal posities van de zeer kortstondige (0,01 sec) "decimeter spike bursts" bepalen. Deze som 100% circulair gepolariseerde spikes bleken afkomstig van gebieden met een afmeting van tussen 50 en 750 km en vertoonden helderheidstemperaturen van meer dan 10^{15} K.
Ter verklaring van hun eigenschappen ontwikkelde J. Kaastra het volgende model. Spikes treden op waar een schokachtige verstoring stuit op de onderkant van een opstijgende stroomlaag. Dientengevolge treedt er in deze stroomlaag reconnectie op van veldlijnen, waarbij electronen worden versneld die buiten deze laag aanleiding geven tot versterkte plasmaturbulentie. Bij de interactie tussen de plasmagolven en de laag-frequente, door de schok gegenereerde golven, wordt radio-plasma emissie opgewekt die zich als decimeter spikes manifesteert. Dit mechanisme onderscheidt zich van dat voorgesteld door Melrose en Dulk (1982) waaraan een cyclotron maser ten grondslag ligt. Zou een dergelijk mechanisme ook opgaan voor radio-uitbarstingen van stervlammen, dan heeft dit belangrijke implicaties voor de sterkte van het magneetveld in zulke stervlammen. Eén en ander wordt in het proefschrift (1985) van J. Kaastra uitgewerkt.

J. Kuijpers entameerde een afsluitend VLBI experiment (Onsala-Westerbork, λ=6cm) dat in de periodes 14-18 mei en 21-23 mei werd uitgevoerd, achtereenvolgens aan twee verschillende aktieve gebieden. Het experiment werd uitgevoerd met een Mark III systeem, waarbij voor het eerst een tijdoplossend vermogen van 0,02 sec werd gehaald. Van tien vlammen werden gegevens verkregen en daaronder was de op één na sterkste van het jaar. De reductie is nog in gang. Aan het experiment werd meegewerkt door D. Graham, J. Grit, H.C. Kahlmann, J. van Nieuwkoop, B. Nilsson, J.F.N. Roosjen en C. Slottje.

2. Vlamsterren.

G.H.J. van den Oord en J. Kuijpers gaven een interpretatie van de in het vorig jaarverslag vermelde waarneming met de WSRT en EXOSAT van een röntgenvlam afkomstig van Algol. De waarnemingen zijn in overeenstemming met de opvatting dat de radioflux moet worden toegeschreven aan synchrotronstraling van electronen die worden versneld in röntgenlussen en daarna diffunderen naar gebieden met lagere veldsterkten en lagere dichtheden en daar botsingsverliezen ondergaan. Hiermee werd aangeknoopt bij de discussie

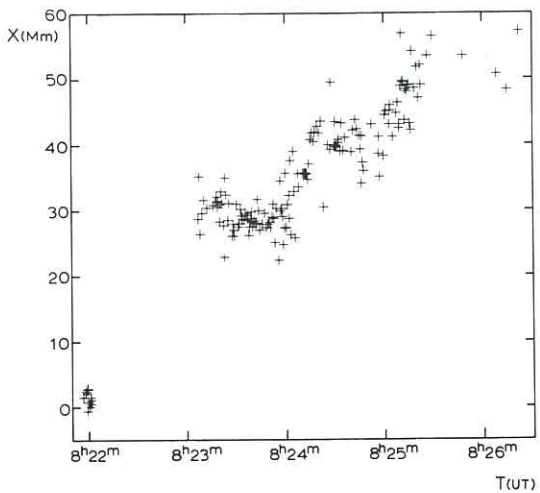


Fig. 3.6.1.
Eén-dimensionale posities van de dm radio spike bursts, als functie van de tijd, voor de zonnevlam op 16 mei 1981. Let op de dubbele structuur die zich met een snelheid van ca. 300 km/s verplaatst en die gemoduleerd wordt door een verstoring met een periode van 1 minuut. De spikes komen uit gebieden ter grootte van ca. 100 km en hebben helderheidstemperaturen tot 10^{16} K.

One-dimensional positions of the dm-radio-spike-bursts for the solar flare of 16 May 1981. Note the double structure moving with a velocity of 300 km/s, modulated with a disturbance of 1 minute period. The spikes originate in areas of about 100 km, and have brightnesstemperatures up to 10^{16} K.

over de energiehuishouding in de coronale structuren van σ^2CrB die door J. Kuijpers en J.M. van der Hulst werd afgerond.

Reductie en interpretatie werd ter hand genomen met betrekking tot de volgende projecten:

- De RS CVn-ster HD 143631 (R.H. Harten, A.C. Brinkman, G.H.J. van den Oord);
- Andere RS CVn-sterren (S.G. Neff en G.H.J. van den Oord);
- Flare sterren (J. Kuijpers, S.G. Neff en G.H.J. van den Oord).

In 1984 werden nieuwe waarnemingen verkregen van:

- AR Lac (J. Kuijpers, G.H.J. van den Oord en N.E. White). Dit RS CVn systeem werd op 3, 4 en 5 juli waargenomen met de WSRT, EXOSAT (White), NRAO (Seielstad) en Catania Obs. (Rodono). Het object is gedetecteerd in het radio- en röntgengebied en verdere analyse zal moeten uitwijzen hoe groot de brongebieden van radio en van röntgenstraling zijn.
- BY Dra (J. Kuijpers en G.H.J. van den Oord). Deze vlamster werd op 25 september waargenomen met de WSRT, EXOSAT en een tiental optische observatoria. Een kleine röntgenvlam werd met de WSRT gedetecteerd. Een reuzevlam, die op 24 september optrad, werd met de WSRT wegens storing gemist.

3. Massaverlies van P Cygni.

G.H.J. van den Oord, R. Waters en H. Lamers voltooiden een studie naar de variabiliteit van het massaverlies van P Cygni. Tot het materiaal behoorden 26 meetpunten verkregen met de WSRT in de jaren 1981-1983. De 6 cm flux kan worden verklaard door vrij-vrij straling uit een gebied tussen 100 R_* en 500 R_* en de variaties in de flux kunnen worden toegeschreven aan een veranderlijke intensiteit van de ioniserende UV-straling die door uitgestoten schillen wordt gemoduleerd.

4. Extragalactische dubbele radiobronnen.

A.D. Fokker toetste de hypothese dat de asymmetrie van de met quasars geassocieerde dubbele radiobronnen moet worden toegeschreven aan een effect van verschil in looptijd dat optreedt als de beide componenten zich onder een kleine hoek met de gezichtslijn van het centrale object verwijderen. Asymmetrische bronnen zouden dan onder perspectivische verkorting worden gezien en op grond daarvan systematisch kleinere afmetingen moeten vertonen dan de meer symmetrische bronnen.

Een materiaal van 84 objecten, gebaseerd op gepubliceerde contourkaarten van bronnen, bleek dit verwachte effect niet te vertonen zodat de hypothese lijkt te moeten worden verworpen.

3.7. 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 SRT 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.

In Appendix A.3. van dit jaarverslag wordt een overzicht gegeven van de commissie zoals samengesteld per 1 januari 1985.

Dr. J.E. Baldwin en Dr. R.T. Schilizzi hebben de PC per eind 1984 verlaten en zullen worden opgevolgd door Dr. P.A. Shaver en Dr. R.G. Strom. De PC dankt Dr. Baldwin en Dr. Schilizzi voor hun waardevolle en gewaardeerde bijdrage aan haar werk.

In 1984 heeft de PC tweemaal vergadert, op 15 mei om 6 en 21 cm voorstellen te bespreken en op 31 oktober om 92 en 49 cm voorstellen te behandelen. Een overzicht van het aantal behandelde voorstellen is als volgt: 6 voor 6 cm (totaal 17 x 12 uur), 34 voor 21 cm (waarvan 15 continuum (55 x 12 uur) en 19 lijn (87 x 12 uur)), 12 voor 49 cm (41 x 12 uur) en 15 voor 92 cm (74 x 12 uur).

Daarenboven heeft de PC een aanvraag voor een Mk III VLBI experiment met 1 telescoop om op 6 cm zonnevlammen waar te nemen behandeld. Dit experiment heeft plaatsgevonden simultaan met locale synthese waarnemingen.

In 1984 is de telescoop op drie van de vier voor synthese gebruikte golflengtes operationeel geweest. Er is 10 weken waargenomen op 92 cm, 10 weken op 6 cm en 28 weken op 21 cm. Tijd nodig voor ontvangerwisseling is hierbij niet inbegrepen. Van de 28 weken op 21 cm zijn circa 11 weken (weekends niet inbegrepen) gebruikt voor installatie en tests van het DXB. Ook in 1984 is ruim tijd besteed aan VLBI en wel in de volgende periodes: 11 dagen in maart/april (6 cm), 6 dagen in juni (21 cm), 7 dagen in oktober (6 cm) en 10 dagen in november (18 cm). Ook hier is de tijd voor ombouw en fringe tests niet meegerekend. Het gebruik van de SRT voor VLBI begint steeds minder experimenteel te worden. Het goed op elkaar aangepast krijgen van de SRT en VLBI waarneemfrequenties blijft echter de nodige aandacht vragen.

De wetenschappelijke beoordeling van VLBI voorstellen is in handen van de Europese VLBI Programma Commissie waarin voor Nederland Dr. R.T. Schilizzi en Dr. V. Icke zitting hebben.

Het grootste gedeelte van de eerste 92 cm waarneemperiode viel in begin 1984. Ondanks kinderziekten betreffende de feeds en ruisbron-inkoppeling (voor details zie het verslag van de telescoopgroep) is het mogelijk geweest kwalitatief goede waarnemingen af te leveren.

Het is in 1984 ook voor het eerst dat uitgebreid gebruik is gemaakt van het breedbandige continuum backend (DCB) zowel op 6 cm (met 80 MHz bandbreedte) en op 21 cm (met 40-50 MHz bandbreedte). De correlator heeft zeer goed gewerkt en het is mogelijk gebleken zowel hoog dynamisch bereik, alsook hoge gevoeligheid te halen. De PC heeft aan een diepe survey 16 x 12 uur toegewezen, mede om te zien of de gevoeligheidsgrens voor 16 x 12 uur bereikt kan worden. Reductie van deze metingen is echter nog niet voltooid. Ook het DCB had nog resterende kinderziekten. Deze betroffen het total power detectiesysteem. Deze problemen hebben de volle aandacht gehad en zijn voor een deel opgelost.

In september is begonnen met de installatie van het DXB, het "extended DLB". Deze uitbreiding betreft het aanbrengen van extra hardware om gegevens in de correlator te recirculeren als deze niet op volle snelheid (20 MHz) hoeft te werken. Hierdoor kunnen extra correlaties verkregen worden voor bandbreedtes van 5, 2,5, 1,25 en 0,625 MHz en wordt de DLB capaciteit van 2560 complexe kanalen uitgebreid tot maximaal 40960 complexe kanalen. In de maanden oktober, november en december zijn de werkdagen grotendeels gebruikt om hardware en software uit te testen en verder te ontwikkelen.

Het relatieve aantal voorstellen uit het buitenland is iets toegenomen tot circa 28%. Ongeveer de helft hiervan betreft voorstellen in samenwerking met astronomen uit Nederland. Voorstellen kwamen uit Italië (Bologna), Frankrijk (Institut d'Astrophysique), Polen (Torun), Engeland (Keele University), Duitsland (Max Planck Institut für Radioastronomie), Verenigde Staten van Amerika (Tufts University, University of Texas, University of Washington, University of Maryland, Center for Astrophysics), India (Tata Institute) en Israel (Wise Observatory).

4. ENGLISH SUMMARY.

This chapter summarizes the topics of this Annual Report for the benefit of our non-Dutch speaking readers. It can serve as a guide to the factual information displayed in the tables. The system of numbering the chapters of this Annual Report has been retained in this summary e.g. section 4.2.2. is a guide to chapter 2.2. of the report.

We welcome comments and inquiries about the Annual Report or any other matters related to the work of the Foundation.

4.1. Report of the Board.

This Section opens with a historical perspective on the Foundation's work, and then summarizes the major events of the year 1984.

The Westerbork telescope was equipped with receivers for 92 cm, the fourth major wavelength band after 6, 21 and 49 cm. The first series of observations has been highly successful; in spite of interference and large numbers of sources, the predicted noise level and a dynamic range of 33 dB were reached. A wide-band (80 MHz) continuum backend (DCB) was used at 6 and 21 cm. The digital line backend was extended with a recirculating buffer; the resulting 40000-channel DXB became operational in April 1985, and will be valuable both for detailed line work and for continuum studies using the redundant baselines.

Westerbork participates regularly in European and transatlantic VLBI. A hydrogen maser of frequency accuracy 10^{-14}, which consequently allows integration times on the order of hours, was installed. Broadbanding of the reciver to 56 MHz, soon to be completed, will further raise the sensitivity of our contribution to the VLBI network. The growing European VLBI Network (EVN) will require a new processor in a few years time; Foundation staff made a design study for a processor to be developed jointly with MPIfR, Bonn. The EVN Directors founded a Consortium, and appointed R.T. Schilizzi Project Manager.

The Foundation takes a major share of the Dutch involvement in the UK-NL collaboration in astronomy. The 2.5 meter Isaac Newton Telescope at La Palma started full operation; several programs following up on Westerbork or Dwingeloo work were undertaken. The 15 meter sub-mm telescope is being constructed at IJmuiden, and some of the receivers for this dish are being built at Dwingeloo. Several members of the Foundation staff are working on La Palma or will be at Mauna Kea.

At Dwingeloo, a VAX 11/750 replaced the PDP 11/70 computer. Major software efforts were required in connection with the Westerbork 92 cm receivers, the new DCB and DXB backends, redundancy observations, La Palma instruments and operations, and IRAS.

A major concern of the Board was the distribution of the Foundation's efforts over so many different activities. H.C. van de Hulst retired from the Executive Committee, but remains on the Board; W.B. Burton succeeded him on the Executive Committee. Board member J. Volger died. P.A. Shaver replaces J. Baldwin as foreign member on the Program Committee. The Foundation for Radio Astronomy and the Foundation for Astronomical Research (ASTRON) jointly drew up a policy plan for the years 1985-89.

Scientific highlights in 1984 included: a study of distances of planetary nebulae; demonstration of close coincidence of several supernova remnants with filamentary structures in HI; publication of an atlas of HI in the Andromeda Nebula, at 30" and 5 km/s resolution; completion of the Palomar-Westerbork survey of the HI, radio continuum and 3-colour light distribution in 20 spiral galaxies; precise separation of the halo and disk components of the mass distribution in NGC 3198; an analysis of the "intergalactic cloud" in Leo; evidence for stripping from the small sizes and asymmetries of HI disks in galaxies in the Virgo Cluster core; discovery of emission between the wide-angle tails of NGC 2329; a study of radio structure in quasars spanning four decades of scale size; a deep Westerbork survey of distant radio galaxies; and involvement in the exciting results of IRAS.

4.2.1. Westerbork Telescope Group.

As has been stated before, greater flexibility of the Westerbork observing system has its price. The ever increasing range of facilities and possibilities makes careful planning necessary to obtain a reasonable net efficiency. This is particularly so because some changes are quite easy, while others seem easy but can be very expensive in terms of system-time.

This year the level of successful observations had to be balanced against the testing of the new frontend series with 327 MHz (92 cm), further testing of the broadband continuum backend (DCB), large scale maintenance (frontend-control-cable revision on fourteen telescopes), and last but not least the installation and testing of the line receiver extension (DXB).

The 92 cm period resulted in a long list of modification proposals, which to a large extent have been realized. The additional test-time spent on the DCB, made necessary because the noise source-amplitude correction system was unusable due to the non-real drifts it introduced in the derived system temperatures, brought us an acceptable solution. A test with a prototype of a new telescope-drive system has been done on telescope 2 with a positive result. In the next two years all telescopes will be equipped with this system .

Westerbork got its hydrogen-maser frequency standard, so this year broadband VLBI came a step nearer.

Tables I A, B, C (section 2.1.) show the 1984 telescope scheduling.

Table II (section 2.1.) gives the telescope usage as a percentage of total time.

Table III lists the observing time per program whilst tables IV and V and figures 2.1.1. and 2.1.2. show the main characteristics of the observing policy over the last six years.

4.2.2. Dwingeloo Telescope Group.

As of January 1984 solar observations with dedicated instruments ended, but the equipment was kept on stand by until July. Operations of the 25 m telescope were carried out successfully by astronomers and research students, while the NFRA effort was limited to project and receiver scheduling and system maintenance and checks. The telescope systems have been performing quite satisfactorily, leaving nearly 90% of the time for astronomical use.

This year has been successful for the telescope as it demonstrated that, by the quality of its equipment and its user-friendliness, it can remain a valuable radio astronomical instrument even with only a minimal effort from the NFRA.

4.2.3. Computer Group.

Although development of WSRT related software continued, an increasing amount of time was spent on the co-operative effort between the United Kingdom and the Netherlands. The PDP11/70 processor has been replaced by a VAX 11/750 with an Ethernet link to the VAX 11/780. Two 64-Mbyte removeable disks were replaced by a 414-Mbyte Winchester disk purchased from System Industries. Ron Harten left us in April, Friso Olnon has been appointed in his place.

The Westerbork control and data acquisition software was adapted to accommodate the special requirements of observing with parallel and orthogonal dipoles. The major effort, however, was spent developing software for processing data from the extended digital line backend (DXB). A third processor was added to the system, tasks were adapted and redistributed and processes had to be made more efficient in order to make sure they can be run in real time. Monitor and data inspection programs have been further developed to keep up with the increased data volume.

The standard WSRT data reduction programs designed for the PDP 11/70 in Dwingeloo were converted, where necessary, to run on the VAX. A correction for ionospheric Faraday rotation was implemented mainly for use with the 327 MHz observations. Source-subtraction in the u-v data was implemented so that calibration observations at long wavelength can be corrected before they are

used. Non-parameterized time-dependent corrections can now be part of the standard correction procedure.

Slowly, a second generation package for determining and applying 'redundancy' (information from the redundant baselines) and self calibration corrections to WSRT observations is being developed. Applying the technique to polarisation channels is one of the goals of this effort.

Due to various circumstances the standard processing of WSRT data suffered a regrettably large backlog. Fortunately, we were able to treat most of the urgent observations with priority. By the end of the year the backlog was decreasing at a rate of two to one (processed as compared to observed data) and was expected to be resolved entirely by the end of February 1985.

One of our staff members spent the last twenty months at the Royal Greenwich Observatory programming the control and data acquisition software for the Taurus imaging spectrograph and simultaneously for the 'Aspect' observing technique. This task has been virtually completed: the instrument will be commissioned on the INT in the spring of 1985. Also, some time was spent on thinking about image-stabilisation. Some concrete proposals were made for realisation of image-stabilisation either through some modifications to the Taurus machine or by means of the TV-system.

Phase 1 of the contracted commitment for a comprehensive archive and database system for the La Palma observatory is nearing its completion. This phase entails software for loading data into the archive, keeping an index to the archive and a full administration of both the archive tapes and the tapes used for transfer of the data from La Palma to RGO. The software has been designed for integrity of the archive and its administration.

During the last quarter of 1984 one of our programmers was stationed on La Palma supporting the observatory operations. Being the only software person present on a permanent basis, his workload was almost intolerably heavy.

IRAS figures in this annual report for the last time. A large amount of time (approximately six months, distributed over five visits) was spent by one of our staff members at the Jet Propulsion Laboratory in Pasadena to prepare and complete the IRAS Catalogue of Low Resolution Spectra. Calibrating the data and designing a good set of criteria for selecting spectra for inclusion in a reliable catalogue were major preparatory tasks. Since a spectral characterization is included in the IRAS Point Source Catalogue the last phase of the production of the Spectra Catalogue had to be synchronized with the other catalogue production activities. Preparing a graphical Atlas of Spectra still remains to be done.

The distribution of computer group manpower (18.5 man years) over different tasks is as follows (1983 figures are given in parentheses): WSRT related software development: 34(36)%, La Palma related development: 13(8)%, WSRT data processing: 20(19)%, support of visiting astronomers and of the observations: 2(3)%,

scientific research: 1(1)%, External contacts (IRAS, VLA, universities): 5(5)%, overhead: 25(27)%.

4.2.4. Laboratory and Central Technical Services.

SRT-related work.

As far as the SRT is concerned, three major projects need to be mentioned for 1984: The DXB, i.e. the extension of the number of channels of the spectral line backend (DLB), the DCB Mark III terminal interface and the retrofit of the 21 cm uncooled frontend series. Of these large items only the third one was completely finished in 1984.

The 21 cm frontend retrofit concerned mainly a widening of the usable bandwidth to 100 MHz in order to take advantage of the broadband digital backend (DCB) completed in 1983. At the same time a sizeable fraction of the receiver system was replaced by more up to date electronics. In a next phase we will concentrate on improving the coupling between waveguide launcher and preamplifiers (a parametric amplifier) in order to increase the sensitivity. This action has already been started.

On the frontend front it is worth mentioning the work done on the cooled frontend systems to improve their reliability and stability. The 327 MHz frontend series, which was completed in 1983 and used for observations toward the end of the same year, had to be modified somewhat in order to profit from the experience gained. Two major imperfections have now been cured: the sensitivity of the feed gain to weather (rain in particular) has been removed, while the stability of the noise injection has been greatly improved and brought up to specification.

The extension of the number of line channels (DXB) could not be completed in 1984 as planned. The installation of the hardware, which started in September, has taken longer than expected as a result of manpower shortage and technical difficulties.

The DCB demanded a great deal of attention in 1984, in particular in connection with the total power calibration, which at the beginning of the year and in spite of earlier modifications, turned out to be inadequate. The problem was located in the 500 A to D converters where the analogue signals are digitized (with 2 bits). The same units house the digital feedback loops for level control. The error signal is used as a measure for the total power intensity. The combination in the same housing of digital and analogue lines proved too sensitive to provide the 0.1% stability required. Towards the middle of 1984 the problem was under control.

The third large project concerns the so-called "broadband adding box" which serves as an interface between the DCB and the Mark III VLBI terminal. The SRT is not the ideal configuration for such an operation: too many channels (frequency and spacing) need

to be combined so that the operation has become very complex and required a sizeable labor force. The progress in 1984 was such that one can hope to be able to install the hardware in the course of February or March of 1985.

In connection with VLBI work another item deserves mentioning: the hydrogen maser was installed in Westerbork in the spring of 1984. The maser consists of the physics package of the SLRH-H3 maser modernized jointly by Oscilloquartz, Neuchâtel and our Laboratory. The electronics package was constructed in Dwingeloo. Stability measurements on the maser have indicated an adequate stability as can be seen on the graph in figure 2.4.1., which shows the Allan variance over several integration times.

UK/NL cooperation.

In spite of hard work the UKIRT common user receiver could not be completed in the course of 1984. Parts of the receiver are being built on four different locations in the Netherlands. It turned out to be far more complex than realised in the first instance. The project involves a number of new and difficult techniques which certainly have been grossly underestimated. This situation necessitates very good coordination which for some time has not been optimal.

The main technical problems are related to the cryogenic mixer at 350 GHz, the phase locking of the carcinotron at a similar frequency, the realisation of a remotely controlable high voltage supply to be taken into the loop and last but not least the high degree of automation built into the system. This last item is of course related to the fact that the receiver is meant for use by non-technical observers (common user). It means in practice that the optimization of a large number of receiver functions is to be performed by micro controllers. As an example, the signal mixer will be tuned by the controller, that is to say that the backshort driven by a stepping motor with an encoder giving the exact position will be "tuned" from a distance, in this case on sensitivity criteria. The same sort of procedure is needed for the diode bias and the LO level.

Figure 2.4.2. shows the frontend with the hybrid cryostat which is built under the responsibility of NFRA.

NFRA was also involved in a number of Research and Development programs for the Millimeter Telescope (MT) to be built on Mauna Kea, Hawaii. Most of these projects were concluded in 1984. A 350 GHz Schottky diode mixer, for instance, was demonstrated (uncooled) in the Fall of 1984. Problems have been encountered when cooling the device to cryogenic temperature; they have been identified as mechanical. An improved version of the mixer was then started in the workshop. Development work on suitable frequency doublers (700 GHz output frequency) was concluded with the production of a report comparing various options.

The coolable broadband FET amplifiers (4 GHz and 1.5 GHz) which NFRA contracted to build, were delivered at the beginning of 1984.

A study of a wideband (1 GHz) digital correlator was also completed. The end report proposes a correlator scheme based upon a special purpose chip to be operated at a clock frequency of 64 MHz and using CMOS technology. The chip computer simulations were successful.

The last MT work package concerns the study of a 350 GHz multibeam heterodyne receiver. A feasibility study has been completed while critical hardware items have been produced for test purposes. This project will continue in 1985.

Direct assistance to the construction of the MT has also been provided in several forms. In the first place by seconding two technicians to RAL to work on the cabling system. On another front, in continuing the thermal analysis of the behaviour of the telescope on the VAX computer at Dwingeloo. A quite detailed thermal model has been completed and simulated using the ESACAP program. It resulted in a temperature distribution as a function of time for a number of selected nodes. This information was then fed to the Nastran deformation analysis program at RAL yielding the telescope accuracy as a function of time. Figure 2.4.3. shows the deformation of the surface at a given time of day (6 AM) as a result of temperature gradients only.

The involvement of NFRA in millimeter wavelength hardware has necessitated deep investments both financially and in manpower. A great many new techniques had to be learned, in particular for machining equipment to micron accuracy. This is illustrated in figures 2.4.4, 2.4.5. and 2.4.6. which indicate the forms and sizes we are dealing with.

NFRA is also involved in the construction of a prototype CCD microcontroller for the 4.2 m W. Herschell telescope on La Palma. Toward the end of 1984 the controller was practically ready for testing at RGO. It consists of a G64 bus with the 6809 microprocessor programmed in Forth and a number of digital cards including the sequencer which runs the selected CCD chips.

For testing purposes a test setup has been built based on a 4 MS controller from RGO. This system is also based on a G64 bus and uses graphic display modules and a color monitor expanded to a display system for 5-bit images of 512x512 pixels.

4.2.5. Astronomy Group.

The composition of the group was subject to significant changes over the year. S.G. Neff, R.J. Hanisch and J.S. Albinson all left to take up positions at the NRL in Washington, D.C., the STScI in Baltimore and the University of Keele, UK, respectively. Their positions were taken up by G.D. Watt (coming from UMIST, Manchester), and E.D. Skillman (University of Washington,

Seattle), both arriving in the fall, while A.R. Foley (Leiden) will join as of 1-1-1985.

The research conducted by members of the astronomy group and that of other staff members is reported in section 4.3.1. Publications, colloquia, conference attendance etc. are summarized in the appendices E.1, 2, 3, 7 and 8. The following part of this section comprises the remaining activities of the group members.

An important function of the group is to maintain a liaison with the users of NFRA instrumentation and software facilities, most of whom are based at the Dutch universities, in particular Groningen and Leiden. In practice this liaison comes about via regular trips to the various institutes, common research projects with members thereof, and the guidance of students and Ph.D. candidates. In still increasing numbers, however, Dutch and foreign students and astronomers have come to Dwingeloo to use the newly developed WSRT data reduction software package running under DWARF (see 4.2.3.). Long term visitors were M. Stevens (Berkeley) and Dr. S. Zieba (Krakow, Poland).

The so-called service tasks of the Astronomy Group cover a wide range of activities. Albinson, succeeded by de Bruyn, continued to supervise and administer the production and distribution of NFRA orange-jacket preprints; 24 were produced this year. The coming into operation of the fourth major frequency (327 MHz) on the WSRT led to a variety of problems that needed attending. Strom and Raimond worked on problems related to the production of wide-field polarization maps at 327 MHz which arose as a consequence of the change from crossed (45°) to parallel dipole settings, which has now become the standard for the WSRT. De Bruyn, assisted by students from Leiden and Groningen, analysed the 327 MHz fields surrounding the primary flux and position calibrators (3C 48, 147, 196, 286, 295, 380 and 409) in order to correct raw visibilities for confusion by background sources, and to determine their relative flux densities.

The possibility of observing all redundant spacings in the standard observing mode at all WSRT frequencies has led to drastic changes in the WSRT off-line calibration. A new software package to deal with this has been designed by Brouw and tested by de Bruyn. A users-cookbook superseding the Jeeves-cookbook is in preparation.

Schilizzi has continued to be involved with many aspects of local and European VLBI observations. Five EVN-sessions involving the WSRT were held. The organization of these was conducted by Schilizzi, assisted by Strom (spring sessions) and Foley (fall sessions).

Schilizzi chaired three meetings of the EVN Program Committee and wrote the chairman's report on 4 years of EVN activities. He and Bos also wrote reports on a proposed next-generation VLBI correlator and a network-centre operations plan. In June 1984 he attended the first NASA-ESA QUASAT workshop in Vienna of which he was one of the co-chairmen.

Various improvements were made by Hanisch to the WSLOD program in AIPS that allows one to read WSRT UV-data into a VLA-style data base. Hanisch, van der Hulst and Skillman (as of November) acted as AIPS-managers. Hanisch also improved and transferred to the new VAX11/780 a software package for the astronomical X-Y measuring machine.

De Bruyn, van der Hulst, Schilizzi and Strom all lectured in an interacademical course on various aspects of radio sources and active nuclei that was held in Utrecht and organized by de Bruyn.

Finally, Raimond and Olnon spent a large fraction of their time working on the production of the LRS-catalogue resulting from the IRAS-mission.

4.2.6. Administration.

In addition to its usual tasks the administration was involved in the organization of the international colloquium on the occasion of the 70th birthday of Prof.Dr. A. Blaauw in Dwingeloo, the purchase of a site and the building of a house for our personnel working at the La Palma observatory and the review of the function and the work evaluation of each personnel member.

Sending staff abroad in the UK/NL-collaboration took quite a bit of organization. In 1985 three families will leave for Hawaii.

It is of paramount importance that NFRA be able to constantly adjust itself to changing circumstances and possibilities. Many of the personnel members consider additional study to be a continuing process. A broad and up-to-date knowledge contributes to a flexible job rotation. Moreover, with a low turnover of personnel, it helps guard against the effects of growing old in the job.

The budget (see Appendix C) is divided into an operating budget and an investment budget. The latter is earmarked for the development and production of new hardware for the WSRT and for the La Palma- and Hawaii-telescopes.

One of the traditional duties of the Foundation is furnishing information about astronomy and techniques used to the public, particularly the numerous tourists and school groups visiting the observatories in Dwingeloo and Westerbork.

4.3.1. Astronomical research done by Foundation staff.

4.3.1.1. Introduction.

The astronomical research within the Foundation is conducted largely by the astronomy group members and J.M. van der Hulst, the telescope astronomer resident at the WSRT site. Only very few staff members from other divisions managed to free time to do some

research in this busy year. As detailed in section 4.2.5. the composition of the astronomy group was subject to large changes and, in fact, for about 8 months the group consisted of only 3 or 4 members.

There was little change in the research emphasis compared to the previous year with galactic and extragalactic radio line and continuum topics still making up the bulk of the research. A small amount of optical and X-ray work was done. Some research at (sub-) mm and mm as well as far-infrared (IRAS) wavelengths was also done, and are likely to grow in importance in the future.

Illustrations referred to in the text appear in the Dutch section (3.1.), and are accompanied by both Dutch and English figure captions.

4.3.1.2. Solar Research.

A study of coronal structure above a sunspot group was completed and published.

Some preliminary analysis was carried out of a spike burst event in a radio flare of 14 October 1983.

4.3.1.3. Galactic Research.

Galactic centre.

In collaboration with H.S. Liszt (NRAO) and W.B. Burton (Leiden), Van der Hulst observed the HI absorption toward the Galactic Center compact source (Sgr A*) with the highest spatial VLA resolution (1"5). They found that even at this highest resolution there is absorption at 50 km/s indicating that Sgr A* is behind the 50 km/s cloud which is seen in absorption against Sgr A East. The most favored interpretation remains that the 50 km/s absorption against Sgr A* originates from the same cloud which occults Sgr A* but not (or hardly) Sgr A West, the Galactic Center thermal gas complex. Hence the interpretation that Sgr A* is in front of the 50 km/s cloud and that the 50 km/s feature was expelled from the nucleus appears unjustified.

Supernova remnants.

Strom, together with W.J.M. van Breugel (Berkeley) and J.R. Dickel (Illinois), used the VLA to map 3C10 (Tycho) with 1" arc resolution at several wavelengths between 6 and 22 cm. The observations reveal a wealth of fine scale structure, including a narrow, limb brightened outer edge probably associated with the outer shock front. The magnetic field is predominantly radially directed in most places, as has been found with lower resolution maps. The structure of various arcs present suggests a rather irregular special shell with numerous departures from strict sphericity.

Strom, P.E. Angerhofer (U.S. Naval Observatory) and Dickel completed a high resolution VLA study of the flat spectrum, compact component near the center of CTB80. A map of the magnetic field structure has been derived, and estimates were made of the internal gas density which compare well with those obtained from X-ray observations. Strom has obtained new and improved VLA observations at 2, 6 and 20 cm which show a wealth of fine scale structure. Work on the reduction of these data continues. Strom and W.P. Blair (Johns Hopkins) completed their study of optical motion in the CTB80 nebulosity. They tentatively conclude that there is evidence for expansion in the Hα filaments observed over 28 years. R. Braun (Leiden) and Strom continued their studies of several SNR at radio, infrared, optical and X-ray wavelengths. Detailed descriptions of this work are given in the Leiden section (3.4.).

As IRAS data have become available several CPC observations of SNR in the Magellanic Clouds have become accessible. Strom, S. d'Odorico and A.F.M. Moorwood (ESO, München) find that the objects they have observed are all strong infrared emitters. This is similar to what has been found in several galactic SNR's and is probably the result of dust heated in the strong shock front. A more detailed investigation awaits final calibration of the data.

Molecular clouds and interstellar chemistry.

A large fraction of Watt's research has involved using the chemical modelling techniques which he developed at UMIST. A smaller prototype version of the time-dependent chemistry code has been installed on the VAX 11/780 and appears to be running satisfactorily. Collaboration with D. Flower (Durham, England) on a theoretical determination of the ortho-H_2/para-H_2 ratio in molecular clouds has shown that in the dense, cold regions ($n_H \geq 10^3$ cm^{-3}, T~10 K) nearly all the H_2 is in para-form after ~10^6 years whilst in more diffuse, warmer clouds considerable ortho-H_2 remains at equilibrium. This effect is of great significance to molecular line observers since many of the rates of collisional excitation of interstellar molecules are based on collisions with para-H_2 (or, more often, with He) and hence are applicable only if para-H_2 is the dominant modification.

A programme of research with G. Mitchell (Halifax, Canada) is proceeding slowly. They are studying the effects of a low velocity shock on a diffuse interstellar cloud. Preliminary results indicate several molecular enhancements due to the raised kinetic temperature, although recent re-evaluation of several photodissociation processes and alterations to the molecular cooling function have made it necessary to rerun some of these models.

Watt has continued a line of research with S. Charnley (UMIST, England) using a variable value for the elemental C/O ratio. They have already studied C-H-O chemistry and S-chemistry and are now untangling the effects on the N-chemistry. From the sulphur chemistry results they find that the SO/SO_2 ratio is a

good indicator of C/O and have attempted to compare theoretical results with observations Watt made in 1983 using UKIRT of the SO transitions. In the Orion "hot core" source the data are consistent with a solar C/O value but in the 'plateau' region it appears likely that oxygen is overabundant. He has written an application to use UKIRT for further observations of SO and SO_2 transitions to try to clarify this point.

Miscellaneous.

Albinson and Mary Stevens (visiting for 4 months from Berkeley) worked on data from the 327 MHz galactic plane survey. Although good quality total intensity maps were rapidly produced, the maps of Stokes parameters Q, U and jV were delayed considerably due to complications in the calibration process. These got solved at about the time of Albinson's departure for Keele. The project was then taken over by their collaborator W.M. Goss (Groningen, see 3.3.).

T.A.Th. Spoelstra finished the analysis of WSRT observations at 6, 21 and 49 cm of the remarkable Nova Aquilae 1982. The radio data are consistent with a model in which the expansion velocity is 10^4 km/s, the electron temperature is 1.75×10^6K, and the kinetic energy for the expanding shell is about 6×10^{47}erg. The distance to the nova is assumed to be 5 kpc. A paper with M.J. Seaton (University College London) et al. is in preparation.

Spoelstra and W. Hermsen (Laboratory for Space Research, Leiden) analyzed WSRT 92 cm observations of the area towards the γ-ray source 2CG195+4 (Geminga). Within the field observed already at 21 cm the sources detected at 21 cm (1980-1982) were also seen at 92 cm, while no new sources were found in this area. On the basis of (92;21 cm) spectra 2 (perhaps 3) sources could be selected as candidate radio counterparts for the γ-ray source. In order to improve the identification more observations are needed, especially at other frequencies.

4.3.1.4. Extragalactic Research.

Seyfert galaxies, radio galaxies, quasars (AGN).

De Bruyn and E. van Groningen (Leiden and ROE, Edinburgh) completed two articles on high-resolution (1.8A) and high S/N (100:1) optical spectra of type 1 Seyfert galaxies. Both articles were included in van Groningen's thesis submitted in November 1984. In one article on the object Akn 120 they describe observations that led to the development of a two-component model for the broad emission line region (BELR). The main component shows a double-humped emission line profile, as predicted by accretion disk models; the velocity splitting is about 4000 km/s. In combination with the size limit for the line region, deduced from variability arguments, they use the velocity splitting to derive an estimate of $\sim 10^8 M_\odot$ for the central black hole. The second

component of the BELR is interpreted as due to an outflowing wind or cloud-ensemble. The gas in this wind, and in the intercloud medium, often postulated to exist alongside with the wind, may be sufficiently dense to (Thomson-)scatter part of the central ionizing radiation back onto the disk. Such overhead illumination may partly solve the problem of the ionization of the outer disk. In a second article van Groningen and de Bruyn present evidence for faint wide emission profiles underneath the strong narrow [OIII]λ5007 line in a sample of twelve Seyfert-1 galaxies. This emission is difficult to explain as due to lines other than [OIII]. They therefore conclude that the broad [OIII] emission originates in a gas with density $n_e \sim 10^7 cm^{-3}$, i.e. intermediate between that of the canonical narrow and broad line regions. The velocity dispersion of this gas is as large as, or even larger than, that of the proper broad line region. They put forward an interpretation in which this gas represents dense clouds, escaping the broad line region and expanding to adjust to a reduced confining pressure. The radius of the so-called, Transition Line Region (TLR), must be of the order of 1 parsec.

De Bruyn and Schilizzi continued, at a low pace, the reduction and analysis of high dynamic range 6 cm observations of a sample of 14 very active extragalactic radio sources. An interesting result was obtained on the object B2 1308+32 (see figure 3.1.1.), where two, barely resolved, compact features were discovered to the north and east of the central source. The results for the whole sample will be confronted with the predictions of models for relativistic motion in core-dominated radio sources.

Following the successful start of 327 MHz operations with the WSRT de Bruyn spent considerable time on various aspects of 327 MHz observations. All strong 3C calibrator fields (3C48, 147, 196, 286, 295, 380 and 409) were reduced. In a single 1x12 hour synthesis more than 250 sources are observed above 10 mJy flux density. The total flux in these sources will add up to about 20 Jy or more. Using these background sources as a flux density reference in a self-calibration program variability in sources can be detected to levels of 1% or better, depending only on thermal noise level and source intensity. De Bruyn and A. van den Boogaart (Leiden) began a pilot project to use this method to study low-frequency variability in extragalactic radio sources. A preliminary result was a 20% variation in 1 month of 4C38.41, a source located 2° from 3C345 which was found to be stable to 1% in that period. De Bruyn extensively analysed the fields of radio sources around 3C295 and 3C286. In the latter field two radio sources were discovered that represent a class of radio sources about which very little is known thus far. They are characterised by a large angular size (>5') and low surface brightness.

Neff and de Bruyn worked on EVN data at 18 cm of three Markarian Seyferts (#3, 231 and 463). The data are of somewhat lower quality than those of Mkn 348, which have already been published.

Schilizzi completed the reduction of combined 8-station VLBI and 5-station MERLIN data at 18 cm on the nucleus of the giant radio galaxy 3C236. The addition of the MERLIN data was instrumental in picking up larger scale structure (up to 0".5), in particular a halo around the apparent nucleus of 3C236 (see figure 3.1.2.). Restricting the aperture to 15 Mλ allowed a reasonable dynamic range (50 to 100:1) to be achieved in this complex source. An attempt to map it at even higher resolution was not very successful because the U-V coverage is rather poorer at the long spacings (up to 45 Mλ). The "shock" in the eastern jet (see the 1983 Annual Report) bears some resemblance to that recently discovered in the M87 jet (Biretta et al. 1983). The 18 cm data has been incorporated in a paper by P.D. Barthel (Leiden), Schilizzi, G.K. Miley, W. Jägers (Leiden) and Strom which discusses the large and small scale structure of 3C236 based on WSRT redundancy observations at 21 cm and VLBI measurements at 6 cm in addition to those at 18 cm.

Barthel, Miley and Schilizzi completed work on VLBI and VLA measurements of a sample of extended quasars under study by Barthel for his thesis (see Leiden report).

G.J. de Waard (Leiden), Miley and Schilizzi continued work on a sample of radio sources with active nuclei for which optical spectroscopic information indicated some peculiarity in their spectra. A year ago trans-atlantic VLBI observations had revealed a possible correlation between the presence of FeII lines in the optical spectra and resolution in the radio domain on milli-arcsec scales. A number of these sources have been mapped with up to 8-station VLBI observations and the results are now being analysed. A monitoring program of optical observations has been implemented for the purpose of detecting changes in the spectra in these FeII sources and in some of the optical companions of the superluminal radio sources, and relating these to changes in the radio structure.

In their continuing study of 3CR compact steep spectrum sources C. and R. Fanti (Bologna), P. Parma (Bologna), W. van Breugel (UC Berkeley) and Schilizzi have mapped another 3 objects in the sample of 25 using the EVN at 18 cm, and have begun a series of 6 cm measurements of the same objects in a program to locate the core components by measuring component spectra. A paper is in press on the results for 10 sources in the 18 cm program.

Together with R. Vermeulen (Leiden), Schilizzi is carrying out a multi-radio frequency study of the fascinating BL Lac object 0215+015. This object has four optical absorption line systems at redshifts suggesting intervening galaxies, and in one of these systems the line has been observed to vary in absorption depth. In order to investigate whether this effect could be due to superluminal motion of the optical continuum source in the BL Lac object behind a small absorbing cloud in the foreground galaxy, first epoch VLBI observations were made at 1.35 cm in June 1983 in a program to monitor structural variations in the radio and look

for superluminal motion. The first epoch data have yielded somewhat ambiguous results; an 8 milliarcsec double source appears to be aligned nearly north-south, but in the direction of strong sidelobes in the beam. The north-south sidelobes are caused by a combination of an almost east-west array and an almost equatorial source. The agreement in alignment may be coincidence, but it may also be an artefact due to some unknown calibration problems. Second epoch measurements with longer north-south interferometer spacings are required. Observations with 10-station arrays have also been carried out at 6 and 18 cm in collaboration with K.J. Johnston (Naval Research Laboratory, Washington DC), in order to map the structure surrounding the nucleus and to look for possible gravitational lens effects.

A VLBI survey of strong sources at 1.35 cm is in progress using a range of baselines up to the longest available on Earth (fringe spacing of about 300 microarcsec). The sources are stronger than 1.5 Jy at 1.35 cm and have flat or inverted spectra at that wavelength. The purpose is to demonstrate that sources exist at high frequencies which are very compact, and for which an orbiting VLBI element such as QUASAT will be an essential factor in mapping these sources. The first results showed that in 25 of the 26 objects compact structure was detected, while in 14 of the 25 the visibility was more than 50 % at a resolution of 300 microarcsec. No correlation was apparent between compactness and optical identification. Schilizzi is collaborating with C.R. Laurence, A.C.S. Readhead (Caltech), R.W. Porcas (MPIFR), B.F. Burke (MIT), R.S. Booth (Onsala), and R.P. Linfield, D.G. Payne and R.A. Preston (JPL), in this work. A first paper by Laurence et al has been submitted to Ap.J. Letters.

The problem of substantial bending in the structures of compact sources has been investigated in detail in another BL Lac object, Mkn 501, by van Breugel and Schilizzi. VLBI observations at 6 cm with the EVN show a small (10 pc) one-sided jet structure which is grossly misaligned with the previously known extended (40 kpc) structure. The change in alignment must occur within 40 pc of the nucleus. The 10-pc jet does, however, align with the preferred optical polarisation angle. There is no evidence for radio variability in the core on scales as small as a few pc. These results are discussed in the context of the Doppler beaming model for BL Lac objects in a paper by van Breugel and Schilizzi (Astron. Astrophys. in press). It is concluded that this effect plays a relatively minor role in Mkn 501, and that hence the misalignment in the core cannot be entirely due to projection effects, but must be largely intrinsic. Together with P. Biermann and A. Eckart (both MPI, Bonn) Strom has observed a number of compact, variable sources associated with quasars and BL Lac objects. In many cases they find weak, slightly extended emission surrounding the dominant core. The observations generally have high dynamic range, enabling many other sources in each field to be investigated as well. In one field they have discovered a large

(7' arc) double source, previously catalogued as 4C74.26. Several faint galaxies near the source centroid are identification candidates, although higher frequency measurements appear necessary to choose among them. In view of the apparent distance of all the candidates, it seems quite likely that the source is intrinsically very large.

Radio sources in general.

Although not strictly speaking extragalactic, the VLBI polarization project begun by Strom and Foley probably fits best under this topic. In order to investigate the instrumental characteristics and learn something about the problems one is likely to encounter in doing VLBI polarization measurements, a first observation was done at 6 cm, using the Mk III recording system, in October. At three stations (Effelsberg, Jodrell Bank, Westerbork) the instrumental polarization ranged from 2-3% to just under 10%, while at Onsala somewhat higher values were encountered. Hopefully, these values can be lowered, which should enable reliable observations to be carried out in the future. The situation at this stage looks promising, and more observations are planned for 1985.

Strom, in collaboration with R.G. Conway (Jodrell Bank) completed a 49-cm survey of 3C sources selected from a complete sample of 94. The main objective was to determine the degree of polarization in source components so that, in conjunction with observations made at shorter wavelengths, it would be possible to determine the depolarization rate and estimate thermal particle densities. A striking result of this work is the discovery that source bridges are generally less strongly polarized at 49 cm than the outer components. There is evidence that this is caused by the Faraday effect; moreover, the greatest densities appear to coincide with the position of the parent galaxy or quasar. This is consistent with substantial material trapped in a halo surrounding the parent object, a conclusion which has also been reached on the basis of recent X-ray observations of elliptical galaxies.

In cooperation with Gopal-Krishna and A. Patnaik (Bangalore, India) Spoelstra used the WSRT at 92 cm to measure the flux densities of 8 radio sources whose spectra are steep at higher frequencies but turn over after peaking around 1 GHz. There are indications that sources of this kind may belong to a class distinct from the common compact radio sources: e.g. these sources may be associated with quasars with redshifts $z>3$ and they are presumably significantly less variable in flux density and less polarized, as compared to sources having complex radio spectra. A paper combining these results with those already obtained from WSRT 21-cm observations in 1983 is in preparation. This paper presents a list of 25 sources of this class.

The first quarter of 1984 was a rather hectic one for Hanisch, related to his (successful) application for a job at the Space Telescope Science Institute, which he took up in May. In the

first few months of the year Hanisch re-analyzed 49-cm redundancy data on the field surrounding the source 3C338 in the X-ray cluster Abell 2199. This project (with J. Roland (Paris)) was an attempt to detect radio emission from the turbulent wakes of galaxies moving through the intracluster medium. No obvious wakes were detected even in a map with a dynamic range of 40 dB. The astrophysical implications of this negative result are now being investigated. A first look at 327-MHz data on the famous head-tail source 3C129, with Strom, indicates a very steep spectrum extension ($\alpha \geq 2$, $S \propto \nu^{-\alpha}$) at the end of the tail. This feature was also seen in CLRO data at much lower frequencies taken in collaboration with W. Erickson (Maryland). With the latter he also wrote a first draft of an article on CLRO observations of three giant radio galaxies (3C236, 3C326 and DA240). These sources do not reveal much spectral index change across their surface, which would be the case if their source sizes were much larger at the low frequencies.

Hanisch, together with Strom and W.J. Jaffe (Space Telescope Science Institute) completed the analysis of 21- and 49-cm observations of a very extended source which lies not far from the radio galaxy Coma A (3C277.3). The result of this study is that the object probably has nothing to do with Coma A, nor is it likely to be a galactic emission feature (the North Polar Spur is in the vicinity). Rather, they conclude, it is probably a large background source, and a possible optical candidate is suggested. Further observations of the field were made at 327 MHz early in the year but have not yet been reduced.

Normal galaxies.

Van der Hulst, de Bruyn and H. van der Laan (Leiden) used the WSRT to map the detailed structure of the intergalactic HI cloud in the M96 group previously discovered at Arecibo by Schneider et al. (Cornell). It turns out that the cloud is a long, stretched out feature with a regular velocity gradient with what is possibly the remnant of a bridge towards the galaxy NGC3368 (fig. 3.1.3.). This galaxy itself shows some distortion in the faint outer HI disk. The data indicate that the cloud is probably tidal debris from a destroyed dwarf "galaxy" or (primordial?) cloud in the group which never managed to form stars. In the centre of the cloud a dense HI concentration was discovered which in itself is almost gravitationally bound and which is suggested to be the remnant-core of the destroyed cloud which never condensed into an optically luminous galaxy.

Van der Hulst and R.C. Kennicutt (Univ. of Minnesota) completed their study of the gas-poor Virgo Cluster spiral NGC4571. This galaxy is morphologically Sc but has the colors, Hα properties, gas content and star formation rate more typical for field Sa-Sb galaxies. VLA HI observations showed that the HI distribution is indeed unusual for an Sc galaxy: peak column densities are extremely low and there is a general lack of HI in

the very inner parts. The distribution of HI and of the HII regions is quite similar, indicating that the current star formation, albeit at a very low level, occurs where the gas density is highest. The extent of the HI is smaller than the De Vaucouleurs diameter, also very unusual. This galaxy may have lost a large fraction of its gas through ram pressure stripping by the hot intergalactic medium or by effects of gravitational interaction. This must however have occurred a few billion years ago because the disk has apparently had enough time to readjust itself to the present -undistorted, red, gas-poor and low star formation activity- state.

Ph. Appleton (Univ. of Manchester) and van der Hulst analyzed their WSRT data of a HI companion of M81 found to the south-west of M81 in the Jodrell Bank survey of the M81/M82/NGC3077 triplet of galaxies. The WSRT data reveal that this HI companion is not a dwarf galaxy, nor a dwarf galaxy in the process of forming. The HI resolves into a few long, linear structures which match up quite well with the tidally distorted outer HI filaments and trails of M81.

Van der Hulst, E. Deul (Leiden) and R.C. Kennicutt (Univ. of Minnesota) continued their reduction of the two M33 HI WSRT fields. All the problems with matching and adding the short spacing data, provided by W. Huchtmeier (MPIfR) were overcome and final maps could be made. The total HI dataset contains an enormous amount of detail on the spatial structure and small scale kinematics of the HI and will be used for a variety of studies.

In collaboration with K.W. Weiler (NSF) and R.A. Sramek (NRAO) van der Hulst continued to monitor the radio continuum flux density of extragalactic supernovae, now including SN in M100, NGC6946, NGC4258 and NGC4536. The latter remains undetected, with very good limits. The SN in M100 is declining in flux density but only very slowly with occasional small increases (~15%). The SN in NGC6946 is a factor 5 fainter now but also declining only very slowly if at all. The SN in NGC4258, discovered originally from different epoch radio data has very much the same behaviour and hardly declined in strength over the last year. It may have been a type II SN like the ones in M100 and NGC6946.

Raimond and G.R. Knapp (Princeton) completed a short study of the neutral hydrogen content of the elliptical galaxy NGC5173 using 21-cm line observations obtained with the WSRT in 1982. They conclude that recent acquisition of the gas by the galaxy is suggested by the fuzzy appearance of the optical image although the radio observations do not yield any clear evidence for this suggestion.

Raimond's work with van Gorkom (NRAO), Faber (Lick Observatory), Gallagher and Knapp (Princeton) on the HI content of the elliptical galaxies NGC1052 and NGC4278 progressed hardly this year because of over-commitment to other tasks.

Albinson continued work, in collaboration with H. van Woerden (Groningen) and at the end of the year Skillman, on WSRT HI data of the local group irregulars.

4.3.2. Radio-astronomical research at the Anton Pannekoek Institute, Amsterdam.

Radio-astronomical research in Amsterdam is limited, and concentrates on the study of OH/IR stars, mostly in combination with ground-based and infrared data. The research on OH/IR stars will be part of the Ph.D. thesis of F.J. Willems.

4.3.3. Radio-astronomical research at the Kapteyn Laboratory, Groningen.

This section briefly summarizes the research reported in Section 3.3. For figures see that section. A complete report of the astronomical research at Groningen is available from the Kapteyn Laboratory.

Facilities used include, in addition to Westerbork, the VLA and the Parkes dish, and in multi-wavelength studies: IRAS and various optical telescopes - including the Isaac Newton Telescope at La Palma. Two radio-astronomical theses were completed, 8 others are in preparation. Many visitors participated in Groningen radio astronomy, and Goss spent a year's leave at the VLA.

Roelfsema has observed 8 HII-regions and a planetary nebula in various recombination lines at wavelengths ranging from 4 micron (with UKIRT) to 92 cm (WSRT). Analysis shows strong variations in dust properties over the face of DR21 and K3-50A. Roelfsema detected the 21 cm recombination line in M82 and the 92 cm line in low-density regions in W3.

Figures 3.3.1 and 3.3.2 compare positions of 2 short-period pulsars measured at the VLA by Backer, Goss et al. with timing positions, and with a proposed stellar identification. A systematic comparison of imaging and timing positions for 30 pulsars has been undertaken by Fomalont, Goss et al. with the VLA. This astrometric program should also yield proper motions for many pulsars. The program involves mapping of a complete 0.6-degree beam with 1 arcsec resolution. Preliminary results of searches for short-period pulsars with VLA and WSRT were reported at the Green Bank workshop on Millisecond Pulsars.

Figure 3.3.3 shows a Molonglo synthesis map at 43x50 arcsec resolution of the supernova remnant G 292.0+1.8. The source has a faint, extended halo, suggesting either an asymmetric shell structure or filled-centre morphology. The IRAS spectrum peaks at 60 micron with S=33 Jy; the halo is detected at this wavelength. The IR emission may be due to shock-heated interstellar dust. The Cas A, Tycho and Kepler SNR (Super Nova Remnant) appear to have hotter spectra.

Gathier completed a Ph.D. thesis about distances and physical properties of planetary nebulae. In collaboration with Pottasch, Pel and Goss he determined distances through optical extinction and 21 cm absorption measurements. The new distances, considerably more accurate than earlier values, imply lower luminosities than expected from stellar-evolution theory. Pottasch and Bignell undertook a new survey of planetary nebulae near the Galactic Centre with the VLA at 6 cm.

Baud and Herman measured angular diameters of OH/IR stars with the VLA; combining these with linear diameters from radio-flux variations measured with the Dwingeloo 25 meter dish, they derived distances for 10 objects.

A new VLA map of the H76α line at 2 cm by Van Gorkom, Schwarz and Bregman (figure 3.3.4) shows new features in the mini-spiral at the Galactic Centre. The southern arm curves around through West and North to East before reaching the Centre. The northern arm shows a strong velocity gradient. Faint emissions near the Centre indicate temperatures of ~15000 K. Two-dimensional hydrodynamical calculations by Bottema and Sanders of the evolution of a spherical gas cloud falling into the Galactic Centre (fig. 3.3.5) give density and velocity structures strongly similar to those observed (fig. 3.3.6), but the model has many degrees of freedom and hence alternative interpretations cannot be excluded.

Geballe has measured profiles of various infrared lines in IRS 16 with UKIRT.

In an attempt to measure distances of high-velocity clouds, Van Woerden and Schwarz have taken high-dispersion spectra of distant halo stars at the AAT (with Robertson and Morton) and the Isaac Newton Telescope on La Palma (with Le Poole). Probes were selected by position comparisons of Hulsbosch's new Dwingeloo survey of HVC's with catalogues of halo stars and of quasars; the Parkes 64 meter dish was used (in collaboration with J.D. Murray) to obtain detailed 21 cm profiles in the direction of probes thus selected. Most of the stars observed were of RR Lyra type; no HVC absorption lines were found, but the many stellar lines in these spectra make it hard to set significant limits on the HVC line strengths. On the other hand, the spectrum of QSO 0837-120 (fig. 3.3.7) clearly shows absorption by an HVC at V~+105 km/s; the ratio of Ca^+ and HI line strengths is much higher in this HVC than in low-velocity gas, showing that adequate amounts of calcium are present in this cloud at least. A search for blue horizontal-branch stars, which have much cleaner spectra than RR Lyrae's, is being undertaken by Schwarz and Van Woerden with Le Poole.

At Westerbork Wakker, Schwarz and Van Woerden obtained high-resolution (1 arcmin, 2 km/s) observations of 8 HVC's. Earlier maps were analyzed by Wakker and Schwarz. The HVC A IV shows linear structures, with the highest intensities at the most negative velocities. Figure 3.3.8.d shows a preliminary total-hydrogen map of this HVC; this map still requires correction for a bowl-shaped zero level.

Wakker further analyzed a WSRT observation in the direction of the globular cluster M56, obtained by Baud. Figure 3.3.9 shows the structure of an HVC in this direction, found earlier by Birkinshaw, Ho and Baud in an Arecibo observation. The globular-cluster-associated HVC reported by Birkinshaw et al. is not confirmed.

In 4 HVC fields, IRAS maps at 60 and 100 micron show correlation of IR intensity with total HI column density (i.e. with low-velocity gas); no correlation with HVC structure was found.

Begeman completed his work on the rotation of HI in the spiral galaxy NGC 3198. The rotation curve (NFRA Annual Report 1983, fig. 3.3.6) was modelled with an exponential disk of scale length h=1 arcmin plus a dark halo (with M (halo)/M (disk) = 4) by Van Albada, Bahcall, Begeman and Sancisi. A reliable separation of the disk and halo contributions was possible, owing to the high accuracy of the rotation curve out to a radius of 11 h. High-quality rotation curves are now being derived for NGC 7331 and 5371.

Van der Kruit and Shostak completed their study of the face-on spirals NGC 628, 1058 and 3938. They found vertical velocity dispersions of 8-10 km/s, highest in regions with strong star-formation activity. Combination with radial disk-thickness profiles obtained in NGC 891 and in the Milky Way suggests that the disk contains only about one quarter of the total mass within the optical outlines of these galaxies.

Carignan and Freeman determined the mass distributions in three low-luminosity ($M^{\sim}-18$) galaxies in the Sculptor Group (fig. 3.3.10). In NGC 7793 an exponential disk suffices to represent the measured rotation curve; but in NGC 247 and 300, where the rotation curve was measured out to 1.5-2.0 R_o, a second (dark) component is required. Lower limits are found for the core radius and velocity dispersion of the isothermal sphere assumed for the dark component. The rotation of NGC 3109 is being analyzed from observations at Parkes and the VLA. Carignan's results, including those for UGC 2259 reported last year, suggest comparable masses in the disk and halo components.

Albinson and Van Woerden derived preliminary maps of HI distribution and velocity field, at 100 pc resolution, for the Local-Group dwarfs in Pegasus, Aquarius and Sagittarius. These systems, with $M_B^{\sim}-14$ to -10, show much less structure in their HI maps than the brighter "dwarfs", IC 1613 and NGC 6822. Skillman, Terlevich and Van Woerden find strong 2-component structure in the HI distribution from a VLA observation of the Sextans dwarf.

Van Driel, Graansma and Israel observed the irregular galaxy NGC 1569 at the WSRT. The HI distribution is asymmetric, extends much farther than the optical emission, and has a central hole around a bright, stellar-like object (possibly a cluster). The velocity field in the centre is disturbed.

Van Driel and Van Woerden continued their studies of HI distribution and motion in gas-rich lenticular galaxies. Results for NGC 7013, 3998 and 4262 reported in earlier NFRA yearbooks

were published. Two new objects, NGC 3773 and NGC 4344, were observed.

Sancisi, Thonnard and Ekers made an HI map of the giant-elliptical NGC 4472 in the Virgo Cluster (fig. 3.3.11); it shows gas between this galaxy and a nearby dwarf, possibly suggesting accretion by the giant-elliptical of gas from the dwarf galaxy.

Boulanger, Viallefond and Milliard have compared maps of M33 obtained at Westerbork (radio-continuum), Cambridge (HI), Marseille (2030 A) and with IRAS. They find that the IR emission may be due to dust in HI clouds, heated by the ultraviolet radiation field. They also derive the radial gradient of the star-formation rate. Analysis of 50 UV sources identified with associations and/or HII regions indicates a radial gradient in the initial mass function, with relatively more massive stars in the outer regions.

Viallefond and Boulanger also made a multi-wavelength study of NGC 6946 (fig. 3.3.12), involving HI, radio continuum, Hα, optical continuum, CO and infrared. Analysis has so far centred on HII regions and CO emission.

Oosterloo is studying the spatial orientations of spin vectors in pairs of spiral galaxies. HI observations at Arecibo and Westerbork show which half of a galaxy is approaching; the nearer half of the galaxy and the direction of winding of spiral structure may be identified on photographs. HI observations have been analyzed for 80 objects in multiple systems. Fig. 3.3.13 shows the statistics of Spin-vector orientations in 33 pairs; no evidence for correlation of orientations in pairs is found. The results will be used to test scenarios for galaxy formation.

Shostak, Sullivan and Allen published a WSRT study of HI at redshifts between 5000 and 7000 km/s in Stephan's Quintet. Most of this HI lies outside the optical boundaries of the four high-redshift members of the Quintet, indicating strong tidal interaction between them. The detection of HI in several galaxies close to the Quintet supports the cosmological interpretation of the observed redshifts.

Warmels has measured the HI distribution in 36 spiral galaxies in the Virgo Cluster, in order to study the influence of environmental effects. Figure 3.3.14 shows the ratios of HI diameters D_{HI} (at a surface density of 1.0 $M_\odot/pc^2$) and optical diameters D_o (from the Second Reference Catalogue) plotted versus distance from M87, the giant elliptical in the centre of the Cluster. The average ratio D_{HI}/D_o increases from 0.75 ± 0.25 at $R_{M87}<2°$ to 1.43 ± 0.39 at $R>4°$. No correlation is apparent between D_{HI}/D_o and morphological type. Galaxies with high velocities relative to the Cluster tend to have small HI diameters, provided they lie in the Cluster core; outside the core no such correlation exists.

Figure 3.3.15 shows the asymmetries measured in the HI distributions. In the Cluster core, stronger asymmetries are found than in the periphery; but while in the core the asymmetries show

no preferred direction, in the periphery the HI distributions tend to be more extended towards the Cluster centre. Both these asymmetries and the variation of diameters with position in the Cluster may be understood in terms of ram-pressure stripping.

For 7 Virgo cluster galaxies, new continuum maps at 21 cm were observed with 25x55 arcsec resolution. Four of these, including NGC 4321 (fig. 3.3.16), show a disk and a nuclear source; in three others only a disk is seen.

Sancisi and Broeils derived the z-distribution of 21 cm continuum emission from NGC 4565 by integrating a 13"x30" resolution map over 6' along the major axis. The observed distribution (fig. 3.3.17) deviates from a beam-smeared thin-disk model at z>1 kpc, suggesting a 2-component structure similar to that found earlier in NGC 891. The broad component contains 88 mJy and has a Gaussian profile with 68 arcsec (=3.1 kpc) half-width.

Allen and Longo mapped the 49 cm continuum in 4 edge-on and 4 face-on galaxies. Figures 3.3.18 and 3.3.19 show preliminary results. New WSRT observations at 21 cm will allow determinations of spectral indices.

Butcher, Van Breugel, Miley, Heckman and Bridle published optical and radio-continuum observations of the radio source Coma A. They find correlation of Hα emission (in general strongest towards the source's boundaries) with depolarisation, probably caused by surrounding ionised gas. A region of strong radio and Hα emission in the southern part of the source appears associated with a bend and broadening in the radio jet.

Valentijn, Feretti et al. and Roland mapped the wide-angle tailed radio galaxy NGC 2329 in the cluster Abell 569 at 49 cm with the WSRT (fig. 3.3.20). They find weak emission in the region between the two tails.

Analysis by Sanders of published maps of 3C and 4C sources had shown a trend towards alignment of distant sources (z>0.4) separated by less than 5° on the sky. The same effect was found by Clark et al. in 300 B3 sources, provided the sample was restricted to sources smaller than 40 arcsec. A larger sample including observations with the VLA A-array again confirms the effect at the 5σ level, for sources separated by less than 1°. Grueff et al. find no identification for 70% of these sources, indicating large redshifts (z>0.2). The alignments found appear consistent with the gravitational lensing effects of superclusters proposed by Sanders, Van Albada and Oosterloo (1984).

The Groningen Image Processing System GIPSY has been extended with software for reduction of IRAS data and with new plotting software. A second image-display system will be installed, and the PDP11/70 host computer will be replaced by a more powerful machine in 1985.

4.3.4. Radio astronomical research at Leiden Observatory.

Galactic studies.

Burton and Te Lintel Hekkert have submitted for publication their article: "Leiden-Greenbank Survey of Atomic Hydrogen in the Galactic Disk" in the form of a large set of contour maps in (ℓ,v), (b,v) and (ℓ,b) coordinates. The material is an improvement over earlier surveys in terms of velocity resolution, sensitivity and extent (but not in positional coverage). Burton, Te Lintel Hekkert and Kwee are using the survey to quantitatively describe the warp and flaring of the outer parts of gas in the Milky Way.

Liszt (NRAO), Burton, van der Hulst (SRZM) and Andrechen (Minnesota) used the VLA to compare HI synthesis absorption against Sgr A with nearby ^{12}CO emission observations with the 11 m NRAO telescope. HI absorption dips were found at all velocities with strong CO emission. This implies that the column density variations must determine optical depth patterns in HI absorption. Most HI absorption is caused by residual atomic hydrogen in cold, dense molecular clouds.

Braun has continued his study of supernova remnants and their interaction with the interstellar medium. HI observations of shocked filaments and clouds within four supernova remnants (SNR) of middle age have been fully reduced. The study is now in its interpretation phase. An interesting part in this study is the recognition of discrete clouds with systematic velocity variations across their surfaces.

This can be most easily understood as varying shock velocities caüsed by density variations in the original clouds, consisting of a diffuse halo around a high density core. Modelling of shocked clouds is being done in order to simulate the observed emission and to determine the cloud properties.

Walterbos and Braun have developed a new method to accurately estimate the missing short spacings in a synthesis observation. This method only uses synthesis information and enables the WSRT to operate as an independent instrument, even for very extended sources. The software necessary for interactive use has been written by Deul on a VAX computer.

Braes and Miley started a WSRT 327 MHz (92 cm) survey of non-thermal radio stars. As a 'pilot-project' the Cygnus X-3 field is being used.

Balick and Schwarz (Groningen) have started mapping the large scale structure of the galactic centre at 327 MHz with the WSRT. A circular area of 1 degree radius has been observed. Furthermore, Balick started a study of planetary nebulae and continued his work on active galaxies.

Israel and Bally (Bell Telephone Labs, New Jersey, USA) started an investigation of the formation of heavy stars ($M>10M_\odot$) in our galaxy. This star formation takes place at the edges of cloud complexes of molecular material (cool H_2, tracer: CO). Only

rough outlines for the project are clear: density variations in the molecular material, e.g. because of a passing density wave followed by self-gravitational collapse of unstable cores, are of interest. To get a better insight in the type of relevant processes Israel and Bally are studying the structures in molecular clouds and the physical characteristics of edges between ionized (HII) regions and associated molecular cloud complexes. Part of this study includes the combination of CO observations from Univ. of Mass. and Bell Labs. and radio continuum maps from the WSRT and VLA. Very interesting are the results of mapping three sources in ^{13}CO: densely sampled maps larger than a square degree for molecular cloud complexes associated with S255, ON-1 and S157/S158/S159. The analysis of S255 is underway and like all other objects, the ^{13}CO (contrary to ^{12}CO, a column density sensitive line) is very clumpy. In the S255 cloud complex, 31 clumps have been detected with sizes varying from 1-3 pc and masses from 10^2-10^4 $M_\odot$. The mass spectrum of clumps in a complex has been determined for the first time to be $N(M) \propto M^{-1.0\pm0.2}$ with a total mass of the complex of $1.5 \times 10^5 M_\odot$. The dynamical structure of S255 is very complex because a third of all clumps, as can be seen from IRAS data, became imbedded sources of far-infrared emission.

Simeiz 57 is a bizarre object, a large spiral galactic gas-nebula in Cygnus. The apparent thermal radiation of the object is probably caused by a completely different IRAS source in the center of the spiral. Israel and Bally studied S57 at many wavelengths from millimeter (^{12}CO and ^{13}CO), optical spectra, radio continuum to far infrared (IRAS) radiation. The nebula is not associated with a large molecular complex (neither in CO, nor in IR) but rather with a chain of CO globules embedded in diffuse (IR) emission. At the location of the object, CO with 15 km/s offset velocities is found: The origin of the object is as yet totally unknown.

Israel, de Vries and Brand finished their ^{12}CO survey of the southern hemisphere, started in 1981, with three publications (Israel et al. 1982, De Vries et al. 1984; Brand et al. 1984). The observations are a collaboration of ESTEC and the Utrecht Observatory at the European Southern Observatory at La Silla (Chili) with the 1.4 m Coudé Auxiliary Telescope (CAT). Although in early 1981 it seemed that the CAT was not the best instrument for these observations, the results are good. The galactic plane was mapped between $\ell=270°$ and $\ell=350°$. The large scale structure of this first southern ^{12}CO survey ($J=2\rightarrow1$) are in good agreement with existing ^{12}CO ($J=1\rightarrow0$) surveys of the southern and northern hemispheres. The molecular distribution is very clumpy and spiral features are hardly recognizable. The molecular ring at 6 kpc is wider in the southern hemisphere than in the northern hemisphere. An extended survey of HII regions, dark clouds, globules and Herbig-Haro objects showed that a number of dark objects have internal activity: line widening and asymmetrical profiles can be seen in more than half of all cases.

Walker, Deul and Burton started a study of the large scale structure in the Milky Way using infrared IRAS spline maps, together with existing HI surveys. As a first step all (6°x6°) IRAS 60μm and 100μm spline maps were transformed from (α,δ) to (ℓ,b) coordinates using software written by Braun. This resulted in large (50°x50°) maps at every galactic longitude extending from -50 to +50 degrees galactic latitude. Parts of these IRAS maps can be displayed together with corresponding maps of HI at several velocities on the COMTAL Image Processing System. Deul reduced all available HI surveys (Heiles and Habing, Weaver and Williams, Kerr, Ken and Bowers, Strong et al., Clearty and Heiles and Burton and Te Lintel Hekkert) into one uniform dataset, such that correlation studies can be performed easily. Deul also converted the available Columbia CO survey to channel maps in galactic coordinates and Thaddeus (Columbia University) has promised to make the new CO survey material available. It is possible to select areas for closer inspection, while other information like the Shane-Wirtanen galaxy counts and available CO surveys together with the Bonn 408 MHz all sky continuum survey can also be included.

Extragalactic studies.

The HI survey of M31.

Early this year Brinks finished his thesis "A high Resolution Hydrogen Line Survey of Messier 31". In the past editions of the annual reports there have been extensive reports on the progress of this survey. Therefore we restrict ourself to a summary of the earlier results, and we will go deeper into later stages of the study.

The work can be roughly divided into two parts. The first part encompasses the observation, calibration, reduction and final interpretation of the data split into three parts. The observations of the Andromeda galaxy were done with the 1.5 km configuration of the Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT), with a spatial resolution of 24"x36". The velocity resolution amounts to 8.2 km/s, with a spacing of 4.1 km/s. The calibration and reduction have some nonstandard steps like correction for foreground HI of our own Milky Way, the correction for missing short spacings of baselines less than 36 meter and the combination of 5 WSRT fields into one large field. The total amount of data is 1 Gigabyte.

The data filling the cube, after corrections, have been presented in different formats. First of all in the form of channel maps and position-velocity maps parallel and perpendicular to the major axis of M31 and later also in the form of a 16 mm movie. The article presenting the observations and reduction is a collaboration with Shane and was published at the beginning of this year. The analysis of the M31 data cube has concentrated on three major points. The first problem tackled is the large scale structure of the HI. Together with Burton a kinematic model was

developed to incorporate the finite thickness of the HI layer. Using this model the observations of the HI distribution and the complex velocity field can be satisfactorily synthesized. The new model calculations confirm the assumption that the disk of M31 warps at large radii. This warp shows characteristics identical to the warp of the Milky Way. An important conclusion is that the warp is not confined to a thin layer. The scale height of the HI layer increases at larger radii. Since the rotation curve for the outer regions of M31 is flat, with an observed velocity of 250 km/s this means that a large amount of the mass is concentrated in a halo. Using the results of the model it is possible to produce maps of the disk and the warp separately. Mass estimates for the gas in the disk and the warp are $1.5 \times 10^9 M_\odot$ and $2.4 \times 10^9 M_\odot$ respectively.

The inner region of M31, the area within 5 kpc of the centre, forms the second part of the analysis. The new HI survey has enough sensitivity and resolution to detect the weak HI intensities in the inner region. The observations show that the gas is not in purely circular motion around the centre but has radial components with velocities up to 50 km/s. The HI distribution and the velocity field are equatorial with respect to the centre. The most attractive explanation for these anomalous velocities seems to be the presence of a bar.

The last part of the analysis concerns the fine scale structure. The HI is distributed very irregularly. All kinds of structures are present, of which the holes, areas without HI emission, are most striking. In collaboration with Bajaja (Argentina) a hole catalogue was composed. The list contains 141 objects. The diameters vary from 100 pc to 1 kpc. They are concentrated mainly in a broad ring at 10 kpc radius from M31's nucleus, where HII regions and OB associations are also observed and where the HI, infrared and radio continuum emission peaks. The results can be explained using several diagrams. The radial distribution of holes is shown in figure 3.4.1., together with the radial distribution of average HI surface density. The distribution of the average diameter of the holes is shown in fig. 3.4.2. For 82% of the holes HI expansion velocities could be determined (3.4.3.). The peak value is 12 km/s. From the expansion velocity, the diameter and the average HI density around a hole, estimates for ages (fig. 3.4.4.), missing HI mass (fig. 3.4.5.) and energies needed to produce these holes (fig. 3.4.6.) could be determined. The lifetimes correspond to OB association ages and vary between 3.5 and 30×10^6 yr. The missing HI mass amounts to 10^3 to $10^7 M_\odot$. The energies needed to blow out the holes, are between 10^{49} and 10^{53} ergs.

Published data for HII regions, OB associations, and supernova remnants, combined with the WSRT radio continuum observations at several wavelengths and IRAS infrared maps have been compared with the HI holes to look for correlations. Because almost all constituents of the interstellar medium are present within the 10

kpc ring there is a high **a priori** probability of overlap between these components. On statistical grounds it is possible to show that there is a correlation between holes with diameters of roughly 300 pc and HII regions and OB associations. For larger holes the probability of overlap is too high to get reliable correlation information. However, there seems to be the same tendency.

The data support theories that explain holes as the result of the evolution of an association of massive stars, an OB-association. During the evolution of an OB-association the stellar winds and supernova explosions together blow away the surrounding material. A rough estimate leads to $\sim 10^2$ Supernovae per hole. This yields an estimated supernova rate of 10^{-3} type II supernovae per year related to the holes. The fact that this supernova rate is low compared to that in our galaxy, combined with the fact that the supernovae occur in groups, covering a small volume of the whole galaxy, means that the hot gas in M31 cannot form a network of tunnels as suggested by McKee and Ostriker in models of the interstellar medium. An article describing these results is in preparation.

Radio continuum observations of M31.

Walterbos continued work on the radio continuum survey of M31 as part of his combined radio-optical study. The 1412 MHz survey, reported on last year, was sent for publication to Astronomy and Astrophysics Supplement Series.

Burger finished his study leading to the identification of 21-cm radio sources with optically identified HII regions and supernova remnants. As yet unidentified supernova remnants were also searched for. This was not successful because the available optical material was not good enough. A total of 10 HII regions and 5 supernova remnants were detected at 21 cm. The HII regions in M31 seemed to be weaker radio sources than those in e.g. M33. This is in agreement with their Hα emission (6563 A) and implies galaxy-type dependent star formation properties. This fall Kennicutt (Minnesota), Walterbos and Van der Hulst (NFRA) obtained spectra at Kitt Peak of 35 HII regions in M31 and M33 in order to study these differences.

Under supervision of Walterbos, Doggen started analysing the extended radio continuum emission of M31, using the 610 MHz survey (annual report 1983) and the 1412 MHz survey. The expected extension to 327 MHz will enable a reliable study of the spectral index of the emission.

21 cm line observations of M33.

Deul started the first part of his thesis study on the fine scale structure of the interstellar medium in M33. At the end of 1984 he also started, in collaboration with Walker, a second part of his thesis work on the large scale structure of our own Galaxy

using IRAS 60μm and 100μm data, all available HI surveys, the available and promised Columbia CO surveys, the Shane-Wirtanen galaxy counts and the Bonn 408 MHz all sky continuum survey.

The HI survey of M33 consists of two full synthesis fields (4x12 hours = one full synthesis). Fig. 3.4.7. shows the position of both field centres and also the half power points of the primary beam patterns. A very important part in the reduction of this dataset is the incorporation of the short spacing intervals at 0 and 18 meters. M33 has been observed with the 100 m Effelsberg "single-dish" radio telescope at the Max Planck Institut für Radioastronomie (MPIfR) by Huchtmeier of the MPIfR who kindly made available his data. During the analysis it became clear that this dataset was undersampled, making these observations useless for the purpose of adding the short spacings. Early in 1984 (January/February) the Effelsberg 100 m telescope was used to resurvey M33 at a denser (=fully) sampled grid. However, the limited time available on the telescope did not make it possible to observe the complete optical disk (53'x83'). Therefore the resulting high density data were only useable for implementation of 0 and 18 meter spacings into the Westerbork data set for those channel maps that only contained HI emission inside the fully sampled Effelsberg area, a total of 22 channel maps.

The remaining maps have undergone an extrapolation technique to fill in the missed short spacings. This method was developed by Walterbos and Braun and uses a Fourier fit in an empty part of the map. It is based on some assumptions and requirements, of which the most important ones are: the synthesis map must have an area outside the emission and inside the first grating ring that is flat; this fit region must be large enough to enable extraction of structures with the correct scale sizes. Early in December the final channel maps became available and Deul started to write the first article, in which the survey will be presented. Because of the multi-spectral character of the study both Palomar Sky Survey plates of M33 have been digitized.

S. van den Bergh (Dominion Astrophysical Observatory, Victoria) has made his UBVR and Hα and [SII] plates available, of which copies have been digitized. All optical photometry mentioned is not calibrated but available on equal scales as the HI survey of M33. The recent 50 cm continuum WSRT observations are being reduced and two twelve hour WSRT 327 MHz observations have been granted by the Westerbork PC for the year 1985.

Finally the IRAS infrared map of M33 in the 60 and 100μm bands are available, together with some higher resolution AO's.

General (extra)galactic research.

Jägers, Miley, Van der Laan and Strom continued their study of very extended strong extragalactic radio sources. Their study includes 30 sources larger than 200 arcsec. Observations were

carried out using the WSRT at 0.6 GHz. 1.4 GHz data are available as well. Interpretation of these data, especially of the linear polarisation, is continuing.

One of these 30 sources, 4C73.08, has also been observed at 327 MHz. This observation was inspired by the high degree of polarisation at 0.6 GHz, together with the special morphology. Preliminary results of these observations, carried out by Dumoulin, show that the structure of the polarisation distribution is comparable with those found at 0.6 and 1.4 GHz.

Together with Leahy and Pooley (Cavendish Laboratory, Cambridge) Jägers finished his work on 3C66B. The distribution of the spectral index, the projected magnetic field and the Faraday rotation in the source were determined using five different frequencies. They found a correlation between the depolarisation and the rotation measure, imply that the rotation takes place partly inside the radio component. Also a definite proof was found for the presence of a foreground screen. The minimum densities derived for the extended components are equal to those of the "X-ray halo", suggesting that material enters the radio lobes from the surrounding medium. The bright jet can be well understood using known jet-physics. Large scale magnetic field lines are found at those places where the jets strongly expand to form the bright lobes, confirming a sudden change in the jet-stream.

Barthel completed his work on quasars and radio galaxies in his thesis "Radio structure in Quasars". Various aspects of these sources were discussed, from the very compact radio nuclei (~10 parsec), the compact hotspots (~100 light years) to the large scale morphology found especially in the very high redshifted quasars (10-1000 light year). The most important results are (i) the memory for direction found in some very extended quasars (fig. 3.4.11.), and the fact that the brightness of these nuclei have an intrinsic origin (ii) indirect evidence for the existence of high density galaxies at redshifts 2-3, deduced from the presence of ultra compact subgalactic hotspots resulting in extreme jet bending (iii) the suggestion that hot spots in general mark the place where the radio jets bend (iv) in general the steep spectrum radio quasars at high redshift look different from the closer quasars (v) the suggestion that the large and the small scale structure found in 3C236 have their origin in one mechanism, the violent interaction between the radio jets and an asymmetrical gas distribution in the associated elliptical galaxy.

The work of Miley included aspects of active galaxies and quasars, using optical, infrared and radio data. Together with Heckman (Univ. of Maryland) and Van Breugel (Berkeley) Miley studied the morphological associations between line emission and radio sources (3C277.3, 3C171, 4C29.30, 4C26.42, 3C293 and Minkowski's Object). As a result of this study they found that hot gas can bend the jets and diminish the collimation, depolarise the radio emission and even result in "radio knots". Jets can also

influence their surroundings (degree of ionisation). The co-existence of the relativistic plasma (radio) and the thermal plasma (optical) gives a unique opportunity to understand active galaxies.

Miley, de Grijp and Lub observed infrared sources both in the optical and the radio. These sources were selected from the IRAS sample as being good candidates for active nuclei. The results show that the IR colour from the IRAS data is a 70-percent effective predictor for the presence of Seyfert spectra. Miley and de Grijp also studied the 327-MHz structure of the Perseus Cluster.

De Waard continued his study of active nuclei for relations between the optical and radio properties of these sources, using both VLBI and optical telescopes. Observations of the Broad Line Region (BLR) and the Narrow Line Region (NLR) were carried out. The radio jets and the compact radio structure in general were investigated using VLBI, while effects of these interactions visible in the optical were studied using high resolution optical spectra. The Mark II/III VLBI survey was concluded and a sample of 25 sources were observed using a transatlantic VLBI network at 5 GHz (resolution ~1.6 milliarcsec). The survey had a follow up in 1984 during which four sources were mapped in detail using an eight station network at 5 GHz. These four sources appeared to be very compact and there were indications for the presence of jets. Their optical data were of particular interest since they are confused by optical FeII emission, which could be the result of interaction with the VLBI radio jet. High resolution optical and radio data will be available in early 1985. Fig. 3.4.12. shows a preliminary VLBI map of 2201+315 while fig. 3.4.13. shows an uncalibrated optical spectrum of this source, clearly showing the FeII emission.

De Waard continued his work on the survey of sources showing narrow line emission at 21 cm . De Waard and Strom concluded their search for absorption in high redshifted quasars.

Oort jr. and Katgert finished their analysis of the 60 LBDS radio sources, which were observed at the end of 1983. One of the interesting results is that the classical known elliptical radio galaxies (red-galaxies) and the blue galaxies (Windhorst, thesis) which differ in optical properties, differ also in their radio structure. The blue galaxies are almost all compact, while the red galaxies show more diffuse emission or large radio lobes.

Since the blue galaxies are dominant at the lower fluxes it will be possible to observe more weaker galaxies. Oort made a statistical comparison between the parameters of the radio sources derived from both VLA and WSRT data. The angular dimensions of the sources found by the WSRT appeared to be too high. Oort and Van Langevelde started the reduction of the Deep Survey fields Hercules 1 and Lynx 2.

In the discussion of the results of the deep extragalactic surveys in terms of an epoch-dependent radio-luminosity function radio source counts play an important role. These counts limit the

extrapolation of the radio-luminosity function beyond the limits of the optical material.

With de Bruyn (NFRA), Katgert made 6 cm WSRT observations of a representative sample of radio loud quasars which were known to be point sources. Considerably better information on the source structure will be available.

Windhorst concluded his study at Leiden and started two new projects on very weak radio sources. The first project is a study of very distant clusters of galaxies. For the second project Windhorst used the 200" Palomar telescope to make some ultra deep optical identifications of very weak radio sources. About 50% of the mJy and sub mJy radio sources have no associated optical object (V<23.2 mag). This flux regime is especially interesting since the source counts start to diverge upwards, which indicates too many weak sources. Windhorst wrote a review article on the cosmological evolution of radio sources.

4.3.5. Astronomical research at Nijmegen University.

In the course of this year the results of the 21 cm line WSRT observations of NGC4594 were published (Bajaja et al.). It was found that the HI in this galaxy is distributed in two partially overlapping rings. By interpreting these rings as sections of tightly wound spiral arms in this Sa galaxy, an estimate of the surface density in the disk of NGC4594 can be made by applying the density wave theory (Van der Burg, Shane). Preliminary results indicate that the surface density in the disk of this galaxy (just like the interstellar matter: Bajaja et al., 1984) resembles that in the Galactic disk. Therefore a picture results of the galactic disk embedded in an extended halo.

Cuypers has resumed the reduction of WSRT observations (with maximum baseline of 1.5 km) of NGC2685 (Spindle galaxy). In figure 3.5.1. the HI distribution at a velocity of 750 and 990 km/s is shown (see also: figure 2, Shane, Astron. Astrophys. 82, 1980). Krumm and Shane have completed the reduction of WSRT observations of the early type galaxy NGC4138. The observations show little or no HI in the central part of the galaxy. This could be attributed to star-formation having proceeded to completion there. The rotation curve of this galaxy seems to be declining at radii r≥3', even in the warped case. Nevertheless there are indications of an important contribution of invisible matter outside the optically bright disk. No indication of emission or absorption at the position of the quasar 3C268.4 (2!9 from the center of NGC4138) was found.

Van der Burg continued the reduction of WSRT observations of galaxies with multiple faint companions. In figure 3.5.2. the HI distribution of the 5 detected companions of the SO galaxy NGC4111 is shown. Only UGC7089 has been detected in HI before. The HI distribution in NGC5899 shows an extension of the gas in the

direction of NGC5900 (the only companion of NGC5899 detected in HI).

Shane and Krumm mapped the HI distribution in the isolated galaxies NGC2684, NGC6012, NGC5448 and NGC5987. The HI distribution in NGC6012 is found to be very extended.

The results of the 21-cm line and 49-cm continuum observations of Messier 31 have been published and a paper on the 21-cm continuum of this galaxy is in preparation. (See also section 3.4.).

In 1984 the pilot survey for HI regions in voids, using the Dwingeloo radio telescope, was completed by Hulsbosch. It was found that a frequency interval of about 9 MHz was sufficiently free from radar interference to be able to completely survey the Pisces void.

The Dwingeloo survey for high velocity clouds (Hulsbosch) resulted in a gross list of about 16500 components from which, after careful sorting, about 3000 to 4000 different positions with a high velocity cloud will remain.

4.3.6. Radio-astronomical research at the Utrecht Observatory.

Working further on WSRT observations of the solar flare of May 16, 1981 J. Kaastra determined positions of very short-lived (0.01 sec) decimeter spike bursts. He gave an interpretation of spikes in which shock-induced reconnection of magnetic fields at the bottom of a rising current layer leads to the acceleration of electrons. These fast electrons produce plasma turbulence and the spikes result from interaction of plasma waves with low frequency shock-generated waves.

J. Kuijpers organized a final VLBI experiment (Westerbork-Onsala) at 6 cm in which on 8 days two different solar centres of activity were monitored. Data on ten flares were secured.

G.H.J. van den Oord and J. Kuijpers gave an interpretation of a radio and X-ray flare that was observed from Algol.

In the context of international campaigns the WSRT was used for monitoring the stars AR Lac and BY Dra.

In a discussion of the variability and the mass loss of P Cygni G.H.J. van den Oord, R. Waters and H. Lamers used, among other data, material obtained with the WSRT.

A.D. Fokker looked into the question of whether the asymmetry of extragalactic double radio sources is due to an effect of differential travel times in objects that are seen strongly foreshortened. A suitable test gave no support to this hypothesis.

4.3.7. Report of the Program Committee.

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

Appendix A.3. of this report lists the members of the PC as of January 1, 1985.

In 1984 the PC met twice, in May to discuss 6 and 21 cm proposals and in October to discuss 92 and 49 cm proposals. The total number of proposals discussed and given observing time was 67 with the following distribution over wavelength: 6 at 6 cm, 34 at 21 cm (of which 19 for 21 cm HI line), 12 for 49 cm and 15 for 92 cm. In addition the PC approved a request for 6 cm MkIII VLBI using one telescope to observe solar flares.

In 1984 the WSRT was operational at three of its wavelengths: 10 weeks at 92 cm, 10 weeks at 6 cm and 17 weeks at 21 cm, not including time required for frontend changes and system tests. In addition the WSRT participated in observations of the European and US VLBI networks in 4 periods spanning a total of 34 days. Also here system time is not included in the figures.

New developments in 1984 were the installation of the extended digital line backend (DXB), an extension to the existing DLB providing recirculation of the data to increase the number of complex correlations from 2560 to a maximum of 20480 for bandwidths smaller than 10 MHz. A large fraction of the development time in September-December was used for installation and testing of the new hardware.

The Digital Continuum Backend (DCB) was used for regular observing, also at 21 cm because the uncooled 21 cm frontends had undergone a retrofit to make them broadband. Remaining problems with the total power correction received much attention and were partly solved.

The beginning of 1984 was important because most of the WSRT's first 92 cm observing period fell in this time window. Despite problems with the feeds and calibration noise source injection it was possible to obtain good quality observations. The stability of the 92 cm frontends turned out to be excellent.

4.4. Appendices.

Appendix A shows the organisational structure of the Foundation. **Appendix B** gives the names of the Foundation employees. **Appendix C** shows the operating budget and the investment budget. **Appendix D** is a short review of the Foundation's observing facilities at Westerbork and Dwingeloo. **Appendix E** lists the publications and reports published in 1983 and related to observations made with the Foundation's facilities. **Appendix F** is a list of abbreviations. **Appendix G** is a list of addresses.

Appendix A. ORGANISATIE (per 1 januari 1985)

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, vice-voorzitter	31-12-1986
* Prof. Dr. H. van Woerden, secretaris	31-12-1987
Prof. Dr. R.J. Allen	31-12-1988
* Prof. Dr. W.B. Burton	31-12-1985
Prof. Dr. A. Dymanus	31-12-1988
* Ir. C. Kramer	31-12-1986
Ir. F.R. Neubauer	31-12-1986
* 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

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

A.2. Direktie.

Dr. W.N. Brouw, voorzitter
A.H. Schöller, secretaris, Hoofd Bureau
Ir. J.F. van der Brugge, Hoofd Centrale Technische Dienst
Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium
Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Teleskoopgroep
Dr. E. Raimond, Hoofd Computergroep
Dr. R.G. Strom, Hoofd Astronomengroep

A.3. Commissies.

Programma Commissie.

Dr. R. Sancisi, voorzitter
* Dr. J.M. van der Hulst, secretaris
Prof. Dr. T.S. van Albada
Prof. Dr. R.J. Allen
Dr. P.A. Shaver
* Prof. Dr. W.N. Brouw
Prof. Dr. W.B. Burton
* Ir. H.C. Kahlmann
Prof. Dr. H. van der Laan
Prof. Dr. J.H. Oort
* Dr. Ir. C. Slottje
* Dr. T.A.Th. Spoelstra
Dr. R.G. Strom

* leden qualitate qua

Buitenlandse Adviseurs.

Dr. R.D. Ekers	NRAO	USA
Dr. D. Downes	IRAM	Frankrijk
Dr. J.M. Becker	MTT Observatory	USA
Prof.V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India
Dr. F.G. 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. T.A.Th. Spoelstra

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

A.4. Ondernemingsraad SRZM.

L.J. van der Ree, voorzitter
K. Kombrink, secretaris
J.P. Hamaker
P.H. Riemers
B.A.P. Schipper
J. Weggemans
A. Wolfers

A.5. Algemene kontakten voor popularisering.

D. Hoogenraad
Dr. Ir. C. Slottje

A.6. Magazijncommissie.

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

A.7. 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
B.A.P. Schipper

A.8. (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 assessment study team	Ir. A. van Ardenne
Nederlands Comite Astronomie	Dr. W.N. Brouw
Leids Sterrewacht Fonds	Dr. W.N. Brouw
Leids Kerkhoven Bosscha Fonds	Dr. W.N. Brouw

Steering Committee FAST Hipparcos reduction consortium	Dr. W.N. Brouw
Rijkscommissie voor Geodesie	Dr. W.N. Brouw
Stuurgroep UK/NL	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 8	Dr. W.N. Brouw
IAU Commissie 40	Dr. W.N. Brouw
Stuurgroep UK/NL	Dr. A.G. de Bruyn
International Panel for Allocation of Telescope Time (PATT)	Dr. A.G. de Bruyn
IAU Commissie 40	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
Redaktiecommissie DECUS Holland Bulletin	Drs. J.P. Hamaker
IAU Commissie 40	J.M. van der Hulst
IAU Commissie 28	J.M. van der Hulst
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
Joint IRAS Scientific Working Group (JISWG)	Dr. E. Raimond
IRAS Stuurgroep	Dr. E. Raimond
Commissie LWG Sterrenstelsels	Dr. E. Raimond
Working group on the coordination of Astronomical software	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 8	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 33	Dr. E. Raimond
IAU Commissie 40	Dr. E. Raimond
European VLBI Program Committee-chairman	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
Ned. Astronomen Club	Dr. T.A.Th. Spoelstra (secretaris)
International Association of Geodesy, Special Study Group 2.84	Dr. T.A.Th. Spoelstra
IAU Commissie 8 - WGAR	Dr. T.A.Th. Spoelstra
Commissie LWG 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

UKIRT Users Committee	Dr. G.D. Watt
Nederlandse Microgolf contactgroep	Ir. E.E.M.Woestenburg

Appendix B. PERSONEEL (stand per 1 januari 1985)

Voorzitter van de Direktie	Dr. W.N. Brouw

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	Mevr.J.H.Millenaar-Ekkelenkamp
5.	Administratief medewerkster	Mej. I. Greveling
6.	Administratief medewerker	A. Koster
7.	Administratief medewerkster	Mej. K.A.A. Oving
8.	Typiste/telefoniste 1)	Mej. R. Kremers
9.	Concierge/onderhoudstechnikus	J. Pit
10.	Kantinebeheerster 1)	Mevr.R.Jager-Flokstra
11.	Kantinebeheerster/Huishoudster 1)	Mej. J.C. Koerts
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-Scheffer

B.2. Teleskoopgroep.

1.	Hoofd van de afdeling	Ir. H.C. Kahlmann
2.	Hoofd waarneembedrijf	W.H.J. Beerekamp
3.	Wetenschappelijk waarnemer	Dr. J.M. van der Hulst
4.	Ontvangeringenieur	A.C. Hin
5.	Projekt technikus	A. Wolfers
6.	Waarnemer/gegevensverwerker 1)	P. van den Akker
7.	Waarnemer/gegevensverwerker	B. Kramer
8.	Waarnemer/gegevensverwerker	G. Kuper
9.	Waarnemer/gegevensverwerker	S. Sijtsma
10.	Ontvanger technikus	H.J. Stiepel
11.	Computer technikus	J. Weggemans
12.	Mechanisch technikus	J. Stolt
13.	Mechanisch technikus	A. ter Wiel
14.	Elektrisch technikus	K. Jansen
15.	Telefoniste/secretaresse 1)	Mej. I. Prakken
16.	Bewaker/tuinman	D.J. Haanstra
17.	Bewaker/tuinman	K. Kreeft
18.	Bewaker/tuinman	H. Oostenbrink
19.	Schoonmaakster 1)	Mevr. K.R. van Wijk-Smits
20.	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.	Hoger technikus	B.A.P. Schipper
6.	Technisch dokumentalist	G.B.B. van der Toorn
7.	Elektronisch technikus	H.J. Borkhuis
8.	Elektronisch technikus	K. Brouwer
9.	Elektronisch technikus	J. Buiter
10.	Elektronisch technikus	Y.J. Koopman
11.	Elektronisch technikus	A.M. Koster
12.	Elektronisch technikus	L. Nieuwenhuis
13.	Elektronisch technikus	P.H. Riemers
14.	Elektronisch technikus	N. Schonewille
15.	Elektronisch technikus	H. Snijder
16.	Elektronisch technikus	P.A. Wesdorp
17.	Elektronisch technikus	S.Th. Zwier
18.	Electronisch technikus - La Palma	H.E.J. de Graaf
19.	Elektronisch technikus - Hawaii	L.H.R. de Haan
20.	Elektronisch technikus - UK/NL	vakature
21.	Technisch systeem beheerder	O.A. Hofman
22.	Fotograaf	H.W.H. Meijer
23.	Magazijnmeester	P.C. Jager
24.	Medewerker algemene dienst	J. Grit
25.	Stagiair	
26.	Stagiair	
27.	Stagiair	
28.	Stagiair	
29.	Stagiair	
30.	Stagiair	
31.	Stagiair	
32.	Chef instrumentmakerij	I. Starre
33.	Sous chef instrumentmakerij	M. Pauw
34.	Mechanisch technikus	J. Bakker
35.	Mechanisch technikus	M. Bakker
36.	Mechanisch technikus	J.S. Dekker
37.	Mechanisch technikus	J. Idserda
38.	Mechanisch technikus	T.J. de Jong
39.	Mechanisch technikus	G.J.M. Koenderink
40.	Technisch tekenaar	R. van Dalen
41.	Technisch tekenaar	J. Slagter

B.4. Laboratorium

1.	Hoofd van de afdeling	Ir. J.L. Casse
2.	Ingenieur	Ir. A. van Ardenne
3.	Ingenieur	Ir. A. Bos
4.	Ingenieur	Ir. J.D. Bregman
5.	Ingenieur	Ir. L.H. Sondaar
6.	Ingenieur	Ir. E.E.M. Woestenburg
7.		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. E. Raimond
	te Dwingeloo:	
2.	Systeemontwerper	Drs. J.P. Hamaker
3.	Systeemontwerper	Ir. J.E. Noordam
4.	Systeemontwerper	Dr. F.M. Olnon
5.	Systeemontwerper	Drs.H.W.van Someren-Greve
6.	Systeemontwerper	Dr. T.A.Th. Spoelstra
7.	Programmeur	G.N.J. van Diepen
8.	Programmeur	S. Drenth
8.	Programmeur	Ing. K. Kombrink
9.	Programmeur	Y.W. Kroodsma
10.	Programmeur	Mej. H.H.J. Lem
11.	Programmeur	P. van der Velde
12.	Programmeur	H.J. Vosmeijer
13.	Hoofd reduktiegroep	Dr.Ir. C. Slottje
14.	Reduktie medewerker	D.J.J. Moorrees
15.	Reduktie medewerker	J. Tenkink
	te Leiden:	
16.	Programmeur	K. Weerstra
	te Groningen:	
17.	Programmeur	A.H.W.M. Coolen

te Westerbork:

18.	Programmeur	T. Grit

B.6. Astronomen.

1.	Hoofd van de afdeling	Dr. A.G. de Bruyn
2.	Astronoom	Dr. A.R. Foley
3.	Astronoom	Dr. R.T. Schilizzi
4.	Astronoom	Dr. E.D. Skillman
5.	Astronoom	Dr. R.G. Strom
6.	Astronoom	Dr. G.D. Watt

B.7. Werkstudenten.

1.	Mevr. H. Algera-Jablonski	1) 2)
2.	Mevr. H.A. Versteege-Hensel	1)

1) deeltijd
2) assistente PC-voorzitter

Appendix C. FINANCIEN.

	1984	1985
Totaal subsidie	12.650 kfl	13.400 kfl
W.v. Salariëringskosten en R.Z.M. bijdragen aan UK/NL samenwerking	7.061 kfl	7.005 kfl
	2.445 kfl	3.200 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 arsenaal van gereedschappen en talenten aanwezig (Laboratorium uitrusting, programmatuur, e.d.) dat ook voor niet radiosterrenkundigen misschien interessante mogelijkheden kan bieden.

1. Waarneemfaciliteiten Westerbork.

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 radiotelescoop met een diameter van 2,8 km. De telescopen hebben een richtnauwkeurigheid van 15 à 20 boogsec en een oppervlakte 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 18:1570-1720MHz 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
Systeemtemperatuur:	6: 55 K 18: 55 K 21: 35 K	135 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 hoofdspecificaties van deze systemen zijn in Tabel D.1. weergegeven.

Enkele opmerkingen t.a.v. deze ontvanger systemen:

DLB: Het aantal frequenties van de lijnontvanger kan gekozen worden tussen 8 en 2560 binnen de geselecteerde bandbreedte. Aangezien het systeem per frequentiepunt twee kanalen gebruikt, houdt de maximale frequentieresolutie van 2560 punten in dat alle kanalen gebruikt worden voor het maken van correlatieproducten, m.a.w. dat slechts één interferometer op deze manier gemeten kan worden. Het andere uiterste, slechts 8 frequentiepunten betekent dat er 320 correlatieproducten mogelijk zijn.
Een 2-bits correlatie, die de gevoeligheid met ca. 20% verbetert, kost een factor 2 in beschikbare kanalen.
In principe is de correlator in van elkaar onafhankelijke subsystemen te splitsen.

De volgende regel bepaalt de waarneemmode:
Het product van: het aantal simultane onafhankelijke metingen, het aantal polarisatiekanalen, de bitmode, het aantal interferometers en het aantal frequentiepunten per interferometer is ten hoogste 2560.

DXB: Als het DLB niet met de volle bandbreedte van 10 MHz gebruikt wordt, is het mogelijk door aanbrengen van extra geheugen als recirculerend buffer het aantal correlatieproducten dat bepaald kan worden, te vergroten. Dit aantal correlatieproducten wordt dan door de bandbreedte bepaald.

DCB: Het DCB heeft 8 van elkaar onafhankelijke banden die op 5 MHz of 10 MHz bandbreedte gezet kunnen worden. Deze banden zijn binnen ca. 90 MHz, ook onafhankelijk van elkaar, in de waarneemband te verschuiven.

VLBI: Met gebruikmaking van het DLB en de Mark II C of 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 (die

Systeem:	Lijnontvanger	Uitgebreide lijnontvanger	Continuum ontvanger	VLBI systeem smalbandig	VLBI systeem breedbandig
Afkorting:	DLB	DXB	DCB	MARK II C	MARK III
Max. band-breedte	10 MHz	5 MHz	80 MHz (8x10)	2 MHz	56 MHz (14x4)
Banden:	10, 5, 2,5, ..0,078 MHz	5, 2,5, 1,25, ...0,078 MHz	10, 5 MHz	15,62,250, 500kHz, 1,2MHz	0,125, 0,25, 0,5, 1,2,4 MHz
Aantal kanalen:	5120	bandbreedte afhankelijk max. 81920 min. 5120	4096	1	14x2
Digitale degradatie factor:	Afhankelijk van bitmode 1,11-1,57	Afh.van bit-mode 1,11-1,57	Afh.v.bit-mode 1,13-1,35	In zgn. "fudge" factor (2,1-2,5) is 1,57 verwerkt	
Opmer-kingen:		Wordt begin 1985 getest		Met "Tied Array" of "single dish"	Volle bandbreedte medio 1985 be-schikbaar

Tabel D.1. Overzicht beschikbare backend systemen voor de SRT.

qua gevoeligheid equivalent is met 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 HP21MX computer, en de gegevens worden op magneetband gezet. Standaard zijn slechts een beperkt aantal combinatiemogelijkheden aanwezig, maar speciale configuraties zijn vaak wel 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 extreem 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 verdelen.

Een indicatie over de bereikbare gevoeligheid is in onderstaand schema aangegeven. Dit is voor een bron in het veldcentrum, een 12 uur meting met 40 interferometers met 2,8 km basislijn met volledige polarisatie

λ	DLB	DCB	
6	.16 mJy	60 μJ	(10 MHz)
21	.10 mJy	60 μJ	(10 MHz)
49	.4 mJy	-	(2,5 MHz)
92*	.6 mJy	-	(2,5 MHz)

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

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 waarneemformulier in te vullen en een wetenschappelijke argumentatie voor de waarneming te geven.

Indien men voor het eerst een waarneming wil doen, of iets dat van de standaard afwijkt wil uitproberen, wordt aangeraden eerst contact op te nemen met een van de astronomen binnen de SRZM.

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.

2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo.

2.1. 25 m telescoop.

Diameter:	25 m, altazimuth opstelling
Richtnauwkeurigheid:	ca. 1 boogmin.
Oppervlaktenauwkeurigheid:	2 à 2,5 mm.
Apertuur efficiency:	64% (λ = 18/21 cm)
	40% (λ = 6 cm).

De karakteristieken van de ontvangers beschikbaar voor deze telescoop, is in Tabel D.2. weergegeven. De daarmee bereikbare gevoeligheid berekend voor een integratietijd van een uur is:

	18/21 cm 10 MHz continuum	18/21 cm 78 kHz lijn
5 x rms	20 mJy	25 mK

De telescoop en ontvangers worden gestuurd met een online computer. Reductie van de resultaten is te Dwingeloo mogelijk. De gegevens worden op magneetband weggeschreven.

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).

Waarneemvoorstellen dient men in bij de subcommissie van de programmacommissie voor Dwingeloo (R.T. Schilizzi/C. Slottje). Deze voorstellen moeten naast de wetenschappelijke motivatie en de specificaties ook naam, adres en telefoonnummer vermelden van degene die de waarneming daadwerkelijk zal doen.

Terwille van de ontvangerplanning is het gewenst waarneemvoorstellen zo vroeg mogelijk in te dienen.

"Frontend"				"Backend" digitale correlator		Reduktie
Systeem	T_{sys} *	Freq.bereik	Polari-satie	Bandbreedte en resolutie	T	
21 cm FET	36K	1375-1425 MHz	lin	[2] 40,20 of 10 MHz of 2x10MHz-2x67kHz; 256 kanalen of 2x 128 kanalen; 1 of 2 bits	0,1 s	op HP1000 (on line) of VAX11/780; plots van gereduceerde spectra
18 cm FET	36K	1580-1725 MHz	lin, circ	idem	0,1 s	idem
6 cm [1]	55K					
reserve SRT F.E.'s 21/6 cm UC:	(buiten S.R.T. periode voor dit systeem)					
21 cm	41K	1350-1440 MHz	lin	idem	0,1 s	idem
6 cm	50K	4770-5020 MHz	lin	idem	0,1 s	idem

* Gemeten op de pool
1) Op de 18 cm FET beschikbaar mits tijdig aangevraagd !
2) Voor 40,20 MHz en 2x10 MHz ruim tevoren aanvragen !

Tabel D.2. Ontvangers met grote gevoeligheid voor gebruik in de 25-m telescoop (9 fu/K)

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN.

E.1. Onderzoek artikelen.

Ardenne, A. van, Bregman, J.D., Sondaar, L.H., Knaben, M.H.M., "Compact dual-polarised coaxial feed at 327 MHz", Electr. Letters 20, 723.

Bajaja, E., Burg, G. van der, Faber, S.M., Gallagher, J.S., Knapp, G.R., Shane, W.W., "The distribution of neutral hydrogen in the Sombrero galaxy, NGC4594", Astron. Astrophys. 141, 309.

Barthel, P.D., "Radio structure in quasars", Ph.D. Thesis, University of Leiden.

Barthel, P.D., Miley, G.K., Schilizzi, R.T., Preuss, E., "Compact Radio Cores in Extended Quasars", Astron. Astrophys. 140, 399.

Bijleveld, W., "Groups and clusters of galaxies: radio and X-ray studies", Ph.D. Thesis, University of Leiden.

Blackman, C.P., Moorsel, G.A. van, "Mass-to-light distributions for binary spiral galaxies", Mon. Not. R. Astr. Soc. 208, 91.

Boulanger, F., Bystedt, J., Casoli, F., Combes, F., "CO observations of M31 with 100 pc resolution", Astron. Astrophys. 140, L5.

Brand, J., van der Bij, M.D.P., de Vries, C.P., Israel, F.P., de Graauw, T., van der Stadt, H., Wouterloot, J.G.A., Leene, A., Habing, H.J., "CO(J=2→1) observations of molecular clouds associated with HII regions from the Southern Hemisphere", Astron. Astrophys. 139, 181.

Breugel, W.J.M. van, Heckman, T., Miley, G.K., "Optical line emission associated with the radio galaxy 4C26.42 in the cluster of galaxies Abell 1795", Astrophys. J. 276, 79.

Brinks, E., "A High Resolution Hydrogen Line Survey of Messier 31", Ph.D. Thesis, University of Leiden.

Brinks, E., Burton, W.B., "A High Resolution Line Survey of Messier 31. II. The Warped Flaring Hydrogen Layer", Astron. Astrophys. 141, 195.

Brinks, E., Shane, W.W., "A High Resolution Hydrogen Line Survey of Messier 31", Astron. Astrophys. Suppl. 55, 179.

Brosch, N., Krumm, N., "5 GHz observations of isolated and group galaxies", Astron. Astrophys. 132, 80.

Butcher, H., Oemler Jr., A., "The evolution of galaxies in clusters. V. A study of populations since z~0.5, Astrophys. J. 285, 426.

Bystedt, J.V., Brinks, E., de Bruyn, A.G., Israel, F.P., Schwering, P.B.W., Shane, W.W., Walterbos, R.A.W., "A high resolution radio continuum survey of Messier 31: I. Observations at 610 MHz, data reduction, and the new 36W catalogue of radio sources", Astron. Astrophys. Suppl. 56, 245.

Danziger, I.J., Fosbury, R.A.E., Goss, W.M., Bland, J., Boksenberg, A., "Very extended ionized gas in radio galaxies - II. An optical and radio study of PKS 0349-27", Mon. Not. R. Astr. Soc. 208, 589.

Dickel, H.R., Lubernow, A.F., Goss, W.M., Rots, A.H., "VLA observations of H_2CO in W3 (OH)", Astron. Astrophys. 135, 107.

Dishoeck, E.F. van, Dalgarno, A., "Photodissociation of OH in interstellar clouds", Astrophys. J. 277, 576.

Dishoeck, E.F. van, Hemert, M.C. van, Allison, A.C., Dalgarno, A., "Resonances in the photodissociation of OH by absorption into coupled $^2\Pi$ states: adiabatic and diabatic formulations", J. Chem. Phys. 81, 5709.

Engels, D., Habing, H.J., Olnon, F.M., Schmid-Burgk, J., Walmsley, C.M., "A search for OH and H_2O maser emission from unidentified IRAS sources", Astron. Astrophys. 140, L9.

Fokker, A.D., "The distribution of the true ratio between component size and overall size of double quasar sources", Astron. Astrophys. 137, 360.

Fokker, A.D., "Irregular paths of exciting electrons and the intensity-time profiles of type III bursts", Solar Physics 93, 379.

Fomalont, E.B., Goss, W.M., Lyne, A.G., Manchester, R.N., "Astrometry of 59 pulsars: a comparison of interferometric and timing positions", Mon. Not. R. Astr. Soc. 210, 113.

Gathier, R., "A study of planetary nebulae: distances and physical properties", Ph.D. Thesis, Rijsuniversiteit Groningen.

Gavazzi, G., Tarenghi, M., Jaffe, W., Butcher, H., Boksenberg, A., "Radio and optical investigation of UGC 6697 in Abell 1367", Astron. Astrophys. 137, 235.

Geballe, T.R., Krisciunas, K., Lee, T.J., Gatley, I., Wade, R., Duncan, W.D., Garden, R., Becklin, E.E., "Observations of broad helium and hydrogen lines in the very center of the galaxy", Astrophys. J. 284, 118.

Geldzahler, B.J., Fanti, C., Fanti, R., Schilizzi, R.T., Weiler, K.W., Shaffer, D.B., "High Resolution Observations of the Quasar 3C138", Astron. Astrophys. 131, 232.

Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, "HI absorption observations of two radio sources near the supernova remnant G127.1+0.5", J. Astrophys. Astron. 5, 425.

Goss, W.M., Kalberla, P.M.W., Dickel, H.R., "Westerbork observations of 6 cm H_2CO in the direction of Cas A", Astron. Astrophys. 139, 317.

Goss, W.M., Mantovani, F., Salter, C.J., Tomasi, P., Velusamy, T., "High resolution observations of extended radio sources near ℓ=94°", Astron. Astrophys. 138, 469.

Groningen, E. van, "Broad line regions in Seyfert-1 galaxies. High resolution spectroscopy and multicomponent kinematical models", Ph.D. Thesis, University of Leiden.

Habing, H.J., Miley, G.K., Young, E., Baud, B., Boggess, N., Clegg, P.E., de Jong, T., Harris, E., Raimond, E., Rowan-Robinson, M., Soifer, B.T., "Infrared Emission from M31", Astrophys. J. Letters, 278, L59.

Hanisch, R.J., "Westerbork observations of the rich clusters of galaxies Abell 2124, 2243 and 2244", Astron. Astrophys. 131, 276.

Hanisch, R.J., "Westerbork observations of 37 poor clusters of galaxies at 1415 MHz", Astron. Astrophys. 133, 192.

Heckman, T.M., Breugel, W.J.M. van, Miley, G.K., "Emission-Line Gas Associated with the Radio Lobes of the High-Luminosity Radio Source 3C171", Astrophys. J. 287, *

Heckman, T.M., Miley, G.K., Green, R.F., "The kinematics of the narrow-line region in active galaxies and quasars. III. Correlations with the broad-line region and radio emission", Astrophys. J. 281, 525.

Herman, J., Isaacman, R., Sargent, A., Habing, H.J., "IR observations of OH/IR stars", Astron. Astrophys. 139, 171.

Hughes, V.A., Wouterloot, J.G.A., "The star-forming region of Cepheus A", Astrophys. J. 276, 204.

Hulst, H.C. van de, "Nanohertz astronomy" in 'The early years of radio astronomy', ed. W.T. Sullivan, Cambridge University Press, p. 385.

Hummel, E., Van der Hulst, J.M., Dickey, J.M., "Central Radio Sources in Spiral Galaxies. Starburst or Accretion", Astron. Astrophys. 134, 207.

Hummel, E., Sancisi, R., Ekers, R.D., "Radio continuum observations of the edge-on spiral galaxies NGC 4244, 4565 and 5907", Astron. Astrophys. 133, 1.

Hummel, E., Smith, P., Van der Hulst, J.M., "The Large Scale Radio Continuum Structure of the Edge-on Spiral Galaxy NGC 253", Astron. Astrophys. 137, 138.

Icke, V., "Voids and Filaments", Mon. Not. R. Astr. Soc. 206, 1P.

Isaacman, R., "Molecular hydrogen in planetary nebulae", Astron. Astrophys. 130, 151.

Isaacman, R., "Two-frequency VLA observations of compact planetary nebulae", Mon. Not. R. Astr. Soc. 208, 399.

Israel, F.P., Rowan-Robinson, M., "CO Emission and radio Continuum Emission in Nearby Galaxies", Astrophys. J. 283, 81.

Israel, F.P., de Graauw, Th., de Vries, C.P., Brand, J., Stadt, H. van der, Habing, H.J., Wouterloot, J.G.A., Amerongen, J. van, Biezen, J. van de, Leene, A., Nachtegaal, I., Selman, F., "A First CO (J=2→1) survey of the Southern Milky Way", Astron. Astrophys. 134, 396.

Johnston, K.J., Biermann, P., Eckhart, A., Kühr, H., Strittmatter, P.A., Strom, R.G., Witzel, A., Zensus, A., "The radio morphology of the X-ray/radio sources near 0454+844 and 1803+784", Astrophys. J. 280, 542.

Jong, T. de, Clegg, P.E., Soifer, B.T., Rowan-Robinson, M., Habing, H.J., Houck, J.R., Aumann, H.H., Raimond, E., "IRAS Observations of Shapley-Ames Galaxies", Astrophys. J. Letters, 278, L67.

Knapp, G.R., Raimond, E., "Detection of HI in the elliptical galaxy NGC5173", Astron. Astrophys. 138, 77.

Knapp, G.R., Driel, W. van, Schwarz, U.J., Woerden, H. van, Gallagher III, J.S., "Distribution and motions of atomic hydrogen in lenticular galaxies. II. NGC 7013", Astron. Astrophys. 133, 127.

Kruit, P.C. van der, "A comparison of our galaxy to NGC 891 and NGC 4565 and the structure of their spheroids", Astron. Astrophys. 140, 470.

Kruit, P.C. van der, Shostak, G.S., "Studies of nearly face-on spiral galaxies. III. HI synthesis observations of NGC 1058 and the mass distribution in galactic disks", Astron. Astrophys. 134, 258.

Liszt, H.S., Burton, W.B., Xiang, D., "^{13}CO in the Inner Galactic Plane", Astron. Astrophys. 140, 303.

Lonsdale, C.J., Barthel, P.D., "High resolution dual frequency observations of 3C205. Tighter constraints on radio source mechanisms", Astron. Astrophys. 135, 45.

Melrose, D.B., Kuijpers, J., "Resonant parts of nonlinear response tensors", J.Plasma Phys. 32, 239.

Meurs, E.J.A., "Optical positions of active galaxies", Mon. Not. R. Astr. Soc. 207, 883.

Meurs, E.J.A., Wilson, A.S., "Markarian Seyfert galaxies: optical and radio luminosity functions and other statistical studies", Astron. Astrophys. 136, 206.

Miley, G.K., Neugebauer, G., Clegg, P.E., Harris, S., Rowan-Robinson, M., Soifer, B.T., Young, E., "A 25 micron component in 3C390.3", Astrophys. J. 278, L79.

Neff, S.G., Brown, R.L., "Large scale radio emission in radio quasars confined radio lobes excited by fast jets", Astron. J. 89, 195.

Neugebauer, G., Soifer, B.T., Miley, G.K., Young, E., Beichman, C.A., Clegg, P.E., Habing, H.J., Harris, S., Low, F.J., Rowan-Robinson, M., "IRAS observations of radio-quiet and radio-loud quasars", Astrophys. J. 278, L83.

Neugebauer, G., Habing, H.J., van Duinen, R., Aumann, H.H., Baud, B., Beichman, C.A., Beintema, D.A., Boggess, N., Clegg, P.E., de Jong, T., Emerson, J.P., Gautier, T.N., Harris, S., Hauser, M.G., Houck, J.R., Jennings, R.E., Low, F.J., Marsden, P.L., Miley, G.K., Olnon, F.M., Pottasch, S.R., Raimond, E., Rowan-Robinson, M., Soifer, B.T., Walker, R.G., Wesselius, P.R., Young, E., "The Infrared Astronomical Satellite (IRAS) Mission", Astrophys. J. Letters, 278, L1.

Norman, C., Miley, G.K., "Jets and emission-line regions", Astron. Astrophys. 141, 85.

Olnon, F.M., Baud, B., Habing, H.J., de Jong, T., Harris, S., Pottasch, S.R., "IRAS observations of OH/IR stars", Astrophys. J. 278, L41.

Oort, J.H., "Superclusters at large redshifts. Can protosuperclusters and the birth of 'pancakes' be observed?", Astron. Astrophys. 139, 211.

Phillips, M.M., Taylor, K., Axon, D.J., Atherton, P.D., Hook, R.N., "Broad line high-excitation gas in the elliptical galaxy NGC 5128", Nature 310, 554.

Pottasch, S.R., Beintema, D.A., Raimond, E., Baud, B., van Duinen, R., Habing, H.J., Houck, J.R., de Jong, T., Jennings, R.E., Olnon, F.M., Wesselius, P.R., "IRAS Spectra of Planetary Nebulae", Astrophys. J. Letters 278, L33.

Sancisi, R., Woerden, H. van, Davies, R.D., Hart, L., "Neutral hydrogen associated with the SO galaxy NGC 1023", Mon. Not. R. Astr. Soc. 210, 497.

Sanders, R.H., "Seyfert nuclei as short-lived stochastic accretion events", Astron. Astrophys. 140, 52.

Sanders, R.H., "Alignment of distant radio sources", Nature 309, 35.

Sanders, R.H., "Anti-gravity and galaxy rotation curves", Astron. Astrophys. 136, L21.

Sanders, R.H., Albada, T.S. van, Oosterloo, T.A., "Gravitational imaging by superclusters", Astrophys. J. 278, L91.

Sanders, R.H., Oosterom, W. van, "The star swallowing luminosity of massive black holes in normal galactic nuclei", Astron. Astrophys. 131, 267.

Schlechter, P.L., Sancisi, R., Woerden, H. van, Lynds, C.R., "The Spindle-like galaxies UGC 7576 and II Zw 73", Mon. Not. R. Astr. Soc. 208, 111.

Sellwood, J.A., Carlberg, R.G., "Spiral instabilities provoked by accretion and star formation", Astrophys. J. 282, 61.

Shibasaki, K., Chiuderi-Drago, F., Melozzi, M., Slottje, C., Autonucci, E., "Microwave, Ultraviolet, and Soft X-ray Observations of Hale region 16898", Solar Physics 89, 307.

Shostak, G.S., Kruit, P.D. van der, "Studies of nearly face-on spiral galaxies", Astron. Astrophys. 132, 20.

Shostak, G.S., Sullivan III, W.T., Allen, R.J., "HI synthesis observations of the high-redshift galaxies in Stephan's Quintet", Astron. Astrophys. 139, 15.

Simkin, S.M., Bicknell, G.V., Bosma, A., "Optical properties of the knots in NGC 7385", Astrophys. J. 277, 513.

Spoelstra, T.A.Th., Kelder, H., "Effects produced by the Ionosphere on Radio Interferometry", Radio Science 19, 779.

Spoelstra, T.A.Th., "Linear polarisation of the galactic radio emission at frequencies between 408 and 1411 MHz. II. Discussion", Astron. Astrophys. 135, 238.

Spoelstra, T.A.Th., Hermsen, W., "Radio observations at 21 cm wavelength in the direction of Geminga", Astron. Astrophys. 135, 135.

Strom, R.G., Angerhofer, P.E., Dickel, J.R., "A radio study of the flat spectrum component in CTB80", Astron. Astrophys. 139, 43.

Thuan, T.X., Windhorst, R.A., Puschell, J.J., Isaacman, R.B., Owen, F.N., "Near-infrared photometry of faint radio galaxies in selected areas", Astrophys. J. 285, 515.

Unger, S.W., Pedlar, A., Neff, S.G., de Bruyn, A.G., "Sub-arcsecond radio structure of the core dominated Seyfert galaxy Markarian 348 (NGC262)", Mon. Not. R. Astr. Soc. 209, 15P.

Vries, C.P. de, Brand, J., Israel, F.P., de Graauw, Th., Wouterloot, J.G.A., Stadt, H. van der, Habing, H.J., "A ^{12}CO (J=2→1) survey of southern hemisphere dark clouds, reflection nebulae and Herbig-Haro type objects", Astron. Astrophys. Suppl. 56, 333.

Wevers, B.M.H.R., "A study of spiral galaxies, using HI synthesis observations and photometric surface photometry, Ph.D. Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.

Wevers, B.M.H.R., Appleton, P.N., Davies, R.D., Hart, L., "Neutral hydrogen observations of the interacting galaxies NGC 4725 and NGC 4747", Astron. Astrophys. 140, 125.

Wilkinson, P.N., de Bruyn, A.G., "A VLBI map at 1661 MHz of the brightest radio source in M82", Mon. Not. R. Astr. Soc. 211, 593.

Windhorst, R.A., "Faint radio galaxy populations: deep radio surveys and multicolor photometry", Ph.D. Thesis, University of Leiden.

Windhorst, R.A., Heerde, G.M. van, Katgert, P., "A deep Westerbork survey of areas with multicolor Mayall 4 m plates. I. The 1412 MHz catalogue, source counts and angular size statistics", Astron. Astrophys. Suppl. 58, 1.

Windhorst, R.A., Kron, R.G., Koo, D.C., "A deep Westerbork survey of areas with multicolor Mayall 4 m plates. II. Optical identifications", Astron. Astrophys. Suppl. 58, 39.

Wouterloot, J.G.A., "OH observations of molecular clouds near Mon OB 1 and Mon OB 2", Astron. Astrophys. 134, 244.

Wouterloot, J.G.A., "OH observations of the Ophiuchus complex", Astron. Astrophys. 135, 32.

E.2. Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen.

Ardenne, A. van, Contribution to Proceedings "Space Craft Mission", in: Quasat- a VLBI Observatory in Space, ESA, Parijs, Doc. SP-213, p. 27.

Barthel, P.D., Miley, G.K., Schilizzi, R.T., Preuss, E., Cornwell, T.J., "Cores in Extended Quasars", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti. D. Reidel Publ. Co., p. 237.

Barthel, P., Norman, C., Miley, G.K., "Jets and broad emission line regions", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 237.

Bijleveld, W., Valentijn, E.A., "The radio luminosity functions of cD galaxies", in: Clusters and groups of galaxies, Eds. F. Mardirossian, G. Giuricin, M. Mezetti, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, p. 133.

Bos, A., "On ghost source mechanisms in spectral line synthesis observations", in: Indirect Imaging, Ed. J.A. Roberts, Cambridge Univ. Press, p. 239.

Brouw, W.N., "Radio Astronomical Synthesis Processing: Some Remarks", in: Indirect Imaging, Ed. J.A. Roberts, Cambridge University Press, p. 363.

Bruyn, A.G. de, Schilizzi, R.T., "Extended structure around super-luminal and other core-dominated radio sources", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 165.

Casse, J.L., Bregman, J.D., "Analysis of time constants in the thermal model for the UK/NL millimeter wave telescope", URSI Int. Symp. on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Observations, Granada.

Fanti, C., Fanti, R., Parma, P., Schilizzi, R.T., "EVN Observations of Compact Steep Spectrum Radio Sources at 18 cm", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 57.

Gavazzi, G., Jaffe, W., Valentijn, E., "Radio continuum properties of spiral galaxies in the Coma/A1367 supercluster. Comparison between isolated and cluster galaxies", in:

Clusters and groups of galaxies, Eds. F. Mardirossian, G. Giuricin, M. Mezetti, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, p. 209.

Hamaker, J.P., Harten, R.H., Diepen, G.N.J. van, Kombrink, K., Lem, H.H.J., "DWARF, The Dwingeloo-Westerbork Astronomical Reduction Facility", in: Proc. of the Digital Equipment Computer User Society, Europe, Amsterdam.

Heiles, C., Kulkarni, S., Purvis, A., Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, "Arecibo search of pulsar candidates for pulses and interstellar scintillation", in: Millisecond Pulsars, Eds. S.P. Reynolds and D.R. Stinebring, NRAO, Green Bank, West Virginia, USA, p. 265.

Israel, F.P., "Dust and molecules in the Magellanic clouds" in: Proc. IAU 106, Structure and Evolution of the Magellanic Clouds, Eds. S. van den Bergh and K.S. de Boer, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, p. 316.

Jaffe, W.J., Gavazzi, G., Valentijn, E.A., "Extended radio sources and the diffuse mediu in teh Coma-A1367 supercluster", in: Clusters and groups of galaxies, Eds. F. Mardirossian, G. Giuricin, M. Mezetti, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, p. 293.

Kuijpers, J., "Radiation from turbulent plasmas", Trends in Physics, 6th Gen. Conf. Europ. Phys. Soc., Praag, August.

Laan, H. van der, "Program-oriented Research", in: Serendipitous Discoveries in radio Astronomy, Eds. K. Kellermann and B. Sheets, NRAO, Green Bank, West Virginia, USA, p. 238.

Laan, H. van der, "Cosmology", in: Quasat- a VLBI Observatory in Space, ESA, Parijs, SP-213, p. 3.

Laan, H. van der, Zieba, S., Noordam, J.E., "Faint extended radio sources surrounding active galaxies", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 9.

Lonsdale, C.J., Barthel, P.D., "3C205 - A source with extraordinary alignment and VLBI hotspots", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 41.

Miley, G.K., "The environment of active nuclei", in: Quasat- a VLBI Observatory in Space, ESA, Parijs, SP-213, p. 131.

Neff, S.G., de Bruyn, A.G., "The radio core of Markarian 348", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 263.

Oort, J.H., "Association of quasars and superclusters", in: Quasars and gravitational lenses, Proc. of the 24th Liege International Astrophysical Colloquium, Liege, p. 301.

Oort, J.H., "Superclusters", in: Clusters and Groups of Galaxies, Astrophysics and Space Science Library, vol. 111, Eds. F. Mardirossian, G. Giuziain, and M. Mezzeti, p. 1.

Oort, J.H., "Clusters, Superclusters and Main distribution", in: Large-Scale Structure of the Universe, Cosmology and Fundamental Physics, First ESO-CERN Symp., Eds. G. Setti and L. van Hove, p. 209.

Oort, J.H., "Clusters and Superclusters", in: The Big Bang and Georges Lemaitre, Ed. A. Berger, D. Reidel Publ. Co., p. 299.

Purvis, A., Baldwinn, J., Warner, P., Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, Kulkarni, S., "A Cambridge-VLA continuum search for fast pulsar candidates" in: Millisecond Pulsars, Eds. S.P. Reynolds and D.R. Stinebring, NRAO, Green Bank, West Virginia, U.S.A., p. 252.

Schilizzi, R.T., Domney, J.D., Spencer, R.E., "The Evolution of the Compact Radio Structure in SS433 over a 16-day Period", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 289.

Schilizzi, R.T., Booth, R.S., Wilkinson, P.N., Preuss, E., Burke, B.F., Preston, R.A., Jordan, J.F., Roberts, D., "The QUASAT Project", in: Proc. IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Eds. R. Fanti, K. Kellerman and G. Setti, D. Reidel Publ. Co., p. 407.

Schilizzi, R.T., Burke, B.F., "Introduction to the Workshop and Summary of its Findings", in: Quasat- a VLBI Observatory in Space, ESA, Parijs, Doc. SP-213, p. iii.

Schilizzi, R.T., Burke, B.F., Jordan, J.F., Hawkyard, A., in: Quasat- a VLBI Observatory in Space, ESA, Parijs, Doc. SP-213, p. 13.

Schwarz, U.J., "The reliability of clean maps and the corrugation effect", in: Indirect Imaging, Ed. J.A. Roberts, Cambridge University Press, p. 255.

Spoelstra, T.A.Th., "Correcting VLBI observations for Ionospheric Refraction", in: Proc. of the Int. Symp. on Beacon Satellite Studies of the Earth's Environment, and Workshop Beacon Techniques and applications, New Delhi, India, Ed. T.R. Tyagi, Nat. Phys. Lab., New Delhi, India, p. 439.

Spoelstra, T.A.Th., "Multi-technique Study of Ionospheric Irregularities", in: Proc. of the Int. Symp. on Beacon Satellite Studies of the Earth's Environment, and Workshop Beacon Techniques and applications, New Delhi, India, Ed. T.R. Tyagi, Nat. Phys. Lab., New Delhi, India, p. 457.

Spoelstra, T.A.Th., "Correcting radio astronomy interferometry observations for ionospheric refraction", in: AGARD Conference Proceedings no. 346, Characteristics of the Lower Atmosphere Influencing Radio Wave Propagation, AGARD, NATO, France, p. 15.

Stevens, M., Goss, W.M., Schwarz, U.J., Albinson, J., Purvis, A., "Two low-frequency searches for fast pulsars", in: Millisecond Pulars, Eds. S.P. Reynolds and D.R. Stinebring, NRAO, Green Bank, West Virginia, U.S.A., p. 242.

Warmels, R.H., Woerden, H. van, "Comparison of HI sizes of Virgo cluster and field galaxies" in: Clusters and groups of galaxies, Eds. F. Mardirossian, G. Giuricin, M. Mezetti, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, p. 251.

E.3. Populaire artikelen.

R.J. Allen, J.A. de Boer, Vooruitgang in Westerbork, Zenit 11, 139.

J. Brand, Determination of the rotation curve of our Galaxy, Observations of distant nebulae, ESO Messenger, 36, 36-28.

P. Katgert, H. van der Laan, Astronomie en computers, I. & I., Kwartaalreeks over Informatie en informatiebeleid, no. 8, december 1984.

H. Kelder, T.A.Th. Spoelstra, De veranderlijke Ionosfeer, Zenit 11, 365.

H. Kelder, T.A.Th. Spoelstra, Golven in de Ionosfeer, Zenit 11, 410.

P.C. van der Kruit, Book review: "Formation and evolution of galaxies and large structures in the universe", by J. Audouze and J. Tran Thanh Van, Space Sc. rev. 38, 386.

J.H. Oort, Het hart van de Melkweg, Zenit 11, 512-521.

T.A.Th. Spoelstra, Het sterrenkundig wereldbeeld - een wijsgerige analyse, D.Phil. Thesis Universiteit van die Oranje Vrijstaat, Bloemfontein, Zuid-Afrika.

H. van Woerden, Bart Bok: een bruisende astronoom, Zenit 11, 38.

E.4. Internal Technical Reports.

No.	Auteur	Titel
170	T.A.Th. Spoelstra	Geometry for medium scale travelling ionospheric disturbances (TIDs).
171	H.W. van Someren Gréve	The description of the tape format of WSRT observations.

E.5. Notes. *

No.	Auteur	Titel
420	R.H. Harten	The lay-out of the hardware in the computerroom.
421	J.D. Bregman	Specification of the CCD controller project.
422	R.H. Harten	Terminal and computer port status for twin VAX computer configuration in Dwingeloo.
423	R.H. Harten	User accounts for the VAX computers.
424	R.P. Millenaar	Recommendations for the GPIB format for the MT.
425	J.P. Hamaker	The DWARF programming environment - an interim note (not yet issued).
426	J.D. Bregman	Development specifications of a prototype integrated CCD camera controller (not yet issued).
427	R.H. Harten	The format of the Packet Definition File. DRAFT.
428	R.H. Harten	The definition of the Packet Contents and FITS. Formats for Information Transport for the Observatory Roque de Los Muchachos on La Palma. DRAFT.
429	T.A.Th. Spoelstra	Software package for the reduction of WSRT-observations.
430	A. van Ardenne	Some notes on a multibeam heterodyne receiver system for use at millimeter wavelength.
431	R.H. Harten	The structure and Format of the Archive Tapes for the Observatory Roque de Los Muchachos on La Palma.
432	R.P. Millenaar	Multiple DMA controllers on the 6809/G64 bus.
433	A. Wolfers	Een nieuw eenvoudig aandrijfsysteem voor de radiotelescopen in Westerbork.
434	A. Bos	A feasibility study of large bandwidth digital spectrometers for the millimetertelescope project (Workpackage no. 13).
435	R.H. Harten	The La Palma Observatory Archive Software Definition.
436	E.E.M. Woestenburg	An IF-system for a (sub)mm receiver.
437	R.H. Harten	The Archive for Information from the Observatory de Los Muchachos on La Palma. DRAFT.
438	J. Buiter	Interface for calling all intercom stations by radio for La Palma Observatory

439	E.E.M. Woestenburg	NFRA contributions to the Dutch UKIRT (sub)mm receiver.
440	A.C. Hin	Eerste waarneemperiode 92 cm frontends.
441	A. van Ardenne	The effects of local oscillator noise on the map, a limit of redundancy (not yet issued).
442	A. Doorduin	Prototype of the integrated Camera Controller (not yet issued).
443	E.E.M. Woestenburg	Measurements on the doubler performance of single ended Schottky diode mixers.
444	R.P. Millenaar	NFRA G-64 Compatible boards specifications. Part 1: Analog Input Board.
445	R.P. Millenaar	NFRA G-64 Compatible boards specification. Part 2: Peripheral Bread Board 1.
446	R.P. Millenaar	NFRA G-64 Compatible boards specification. Part 3: Display board.
447	E.E.M. Woestenburg	A watercooling for a carcinotron.
448	E.E.M. Woestenburg	On the effect of cabling on the stability of the phase/frequency lock loop of the UKIRT-receiver LO-system.
449	E.E.M. Woestenburg	The Cryo Alarm Unit for the CTI 1020 HE-compressor.
450	E.E.M. Woestenburg	An Etching Unit for Whiskers of mm-wave diodes.
451	E.E.M. Woestenburg, L. Nieuwenhuis	A 1250-1750 MHz coolable FET-amplifier.
452	E.E.M. Woestenburg, W. Huiskamp, L.H.R. de Haan	A Phase Frequency Lock System for a carcinotron.
453	E.E.M. Woestenburg	Fe-power supply for the Dutch UKIRT (sub)mm receiver.
454	A. Wolfers	Inrichting voor het wegnemen van de speling in de tandwieloverbrenging van de SRT telescopen.
455	R. Overeem	not yet issued.
456	T.A.Th. Spoelstra	ETHERNET facilities
457	W.N. Brouw	Use of Redundancy corrections in LINOBS.
458	A. van Ardenne	QUASAT; the cross polar vs pointing situation.
459	G.N.J. van Diepen, E. Raimond	not yet issued
460	A. van Ardenne	The UKIRT 345/690 GHz receiver on the MT?
461	R.P. Millenaar	Remote control of the residual fringe demodulation system for the WSRT VLBI Mk III station.

462 A. van Ardenne — The MT IF/LO Cabling and Consequences for the IF-System.

* Een note is de persoonlijke mening van de auteur(s) en geeft niet noodzakelijk de mening van de Stichting weer.

E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1983.

Naam	Titel
R. Windhorst	"Very Deep Source Counts and Multi-color photometry of Faint Radio Galaxies".
R. Hoekstra	"Astronomische spectroscopie".
P. Atherton	"TAURUS".
J. Tinbergen	"De Roden polarimeter".
P. Atherton	"Recent studies using TAURUS".
H. Butcher	"Speckle technieken".
H. Butcher	"Workshop on Speckle instrumentation for LPO".
K.W. Weiler	"An Update on Radio Supernovae".
A.H. Rots	"Stereo-movie presentation of data cubes".
R. Kennicutt	"Starformation in Galaxies".
R.D. Ekers	"Recent developments at the VLA".
S. Sukumar	"Current status of O.S.R.T.".
J.M. van der Hulst	"URSI voordracht: Recent werk met de WSRT".
T.A.Th. Spoelstra	"URSI voordracht: Effecten van ionosferische scintillatie op WSRT waarnemingen".
P. Kaufmann	"Radioastronomy in Brasil".
R.J.H. van 't Land	"Op naar de millimeter telescoop".
Y.J. Koopman	"Viva La Palma".

R.S. le Poole	"Waarnemen op La Palma".
H. van de Stadt	"Waarnemen met opto-acoustische spectrograaf".
G.D. Watt	"Molecules from Hawaii".
F.M. Olnon	"IRAS spectrometer".
J. Marcaide	"Very high precision VLBI observations of the close pair of quasars 1038+528 A,B".
H. Butcher	"Future work at Roden".

E.7. Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers van de Stichting.*

W.N. Brouw, Dataprocessing for the WSRT, Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA, september.

A.G. de Bruyn, lezing NVWS afd. Nijmegen, Explosieve aktiviteit in de kernen van melkwegstelsels, november.

A.G. de Bruyn, Observationeel onderzoek aan Seyferts: de aktieve kernen van melkwegstelsels, NAC-NNV vergadering, VU Amsterdam, april.

J.P. Hamaker, Remote Observing with the La Palma telescopes, Sterrewacht Utrecht, september.

J.M. van der Hulst, Radio Emission from Extragalactic Supernovae, Sterrewacht Leiden, maart; Recent Advances at the Westerbork and Dwingeloo Observatories, URSI General Assembly, Florence, augustus; HI and Optical Study of the Gas Poor Virgo Cluster Spiral NGC4571, Eur. IAU meeting, Toulouse, september; Radio Emission from Spiral Galaxies, Kapteyn Laboratorium, Groningen, november.

E. Raimond, First results of the IRAS mission, Princeton University, NJ, USA, februari.

R.G. Strom, 327 MHz developments at the Westerbork Synthesis Radio Telescope, VLA-Site, New Mexico, USA, maart; Supernova Remnants and the interstellar medium, MPIfR-Bonn, december.

G.D. Watt, The Chemistry of the Interstellar Medium, Kapteyn Laboratorium, Groningen, december.

* Dwingeloo colloquia zijn niet inbegrepen, zie onder E.6.

E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen.

A. van Ardenne, Workshop on QUASAT, Wenen, Oostenrijk, juni; URSI Int. Symp. on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy, Granada, Spanje, september.

A. Bos, Workshop on QUASAT, Wenen, Oostenrijk, juni; URSI XXI General Assembly, Florence, Italië, augustus; Fifth Generation and Supercomputers, Rotterdam, december.

W.N. Brouw, URSI XXI General Assembly, Florence, Italië, augustus; Birth and Evolution of Massive Stars and Stellar Groups, Dwingeloo, september.

J.L. Casse, URSI Int. Symp. on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy, Granada, Spanje, september.

J.P. Hamaker, International workshop on Data Analysis in Astronomy, Erice, Sicilië, Italië, mei; DECUS Europe Symposium, Amsterdam, september.

J.M. van der Hulst, URSI XXI General Assembly, Florence, Italië, augustus; IAU European Regional Meeting, Toulouse, Frankrijk, september; Birth and Evolution of Massive Stars and Stellar Groups, Dwingeloo, september.

R.P. Millenaar, OS-9 seminar, Des Moines, Iowa, USA, augustus.

L.J. van der Ree, European Microwave Conference, Luik, België, september.

R.T. Schilizzi, Workshop on Extragalactic Radio Astronomy and the La Palma Observatory, RGO, Engeland, maart; Workshop on QUASAT, Wenen, Oostenrijk, juni; COSPAR General Assembly, Graz, Oostenrijk, juli; Workshop on Active Galactic Nuclei, München, Duitsland, juli; URSI XXI General Assembly, Florence, Italië, augustus; Workshop on Optical Interferometry in Space, Corsica, Frankrijk, oktober; Physics of Interstellar Matter: Van de Hulst Symposium, Leiden, november.

B.A.P. Schipper, European Microwave Conference, Luik, België, september.

T.A.Th. Spoelstra, URSI XXI General Assembly, Florence, Italië, augustus.

R.G. Strom, Birth and Evolution of Massive Stars and Stellar Groups, Dwingeloo, september; Physics of interstellar matter, Leiden, november.

G.D. Watt, Physics of Interstellar Matter: Van de Hulst Symposium, Leiden, november.

E.E.M. Woestenburg, URSI Int. Symp. on Millimeter and Submillimeter Wave Radio Astronomy, Granada, Spanje, september; Workshop on OASIS, Dwingeloo, oktober.

Appendix F. ABBREVIATIONS.

AAT	Anglo Australian Telescope
AGN	Active Galactic Nuclei
AIPS	Astronomical Image Processing System
AO	Additional Observations (IRAS)
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
CLRO	Clark Lake Radio Observatory
CO	CO molecuul
CPC	Chopped Photometric Channel (IRAS)
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
DWARF	Dwingeloo/Westerbork Astronomical Reduction Facility
DXB	Digital Extended Backend
ESA	European Space Agency
ESO	European Southern Observatory
EVN	European VLBI Network
FWHM	Full Width Half Maximum
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
GIPSY	Groningen Image Processing System
HI	Ongeïoniseerde waterstof
HII	Geïoniseerde waterstof
HPBW	Half Power Beam Width
HVC	High Velocity Cloud
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

JPL	Jet Propulsion Laboratory
Jy	Jansky (10^{-26} W/m^2/Hz)
LBDS	Leiden Berkeley Deep Survey
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
NRAO	National Radio Astronomy Observatory (USA)
NRC	National Research Council (Canada)
NSF	National Science Foundation
OH	OH molecuul
PATT	International Panel for Allocation of Telescope Time (UK)
PC	Programma Commissie
pc	parsec
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 RuimteOnderzoek 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
WSRT	Westerbork Synthese Radio Telescoop

Appendix G. ADRESLIJST.

Amsterdam (UvA):	Sterrekundig Instituut Anton Pannekoek, Universiteit van Amsterdam, Roeterstraat 15, 1018 WB Amsterdam, 020-5223004.
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. 09-3951232856, telex I 211664.
Bonn:	Max Planck Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, 5300-Bonn, B.R.D. tel. 09-492285251, telex D 886440.
Cambridge (UK):	Cavendish Laboratory, University of Cambridge, Madingley Road, Cambridge, CB3 OHA, Engeland, tel. 09-4422366477, telex UK 817297.
Cambridge (UK): (IOA)	Institute of Astronomy, Madingley Road,Cambridge CB3 OHE, Engeland, tel. 09-4422362204, telex UK 817297.
Dwingeloo:	Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, 7991 PD Dwingeloo, tel. 05219-7244, telex 42043. Postadres: Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo.
ESO:	Karl Schwarzschildstrasse 2, D-8046 Garching (bei München), B.R.D., tel. 09-4989320060, telex D 5282820.
ESTEC:	Kepplerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk, 01719-86555. Postadres: Postbus 299, 2200 AG Noordwijk,
Groningen:	Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Landleven 12, 9747 AE Groningen, tel. 050-116695, telex 53572. Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.
IRAM:	IRAM, voie 10 - Domaine Universitaire, 38406 St. Martin d'Heres, 09-3376423383, Frankrijk, telex F 980753. IRAM, Av. Divina Pastora 7 & 9, BL. 6-2o B, Granada -12, Spain, telex: E 78584.
Jodrell Bank:	University of Manchester, Nuffield Radio Astronomy Laboratories, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire SK11 9DL, Engeland, tel. 09-4447771321, telex UK 36149.
Leiden:	Sterrewacht, Wassenaarseweg 78, 2333 AL Leiden, tel. 071-148333, toestel 5835/5800, telex 39058. Postadres: Postbus 9513, 2300 RA Leiden.
NRAO:	Edgemont Road, Charlottesville, VA. 22901, USA, tel. 09-18042960211, telex: USA 5105875482.

	P.O. Box 2, Green Bank, WV. 24944, USA, tel. 09-13044562011, telex: USA 7109381530.
Nijmegen:	Sterrenkundig Instituut, Katholieke Universiteit, Toernooiveld, Nijmegen, tel. 080-558833, toestel 2077, telex 48228. Postadres: Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen.
La Palma:	Observatorio del Roque de los Muchachos, RGO, Apartado de Coreos 321, Santa Cruz de La Palma, Prov. de Tenerife, Canarias, Spanje, tel. 09-3422411005, telex E 92757 (kantoor) tel. 09-3422400050/3422400000, telex E 92639 (berg).
RAL:	Rutherford/Appleton Laboratories, Techn. Div. Bldg.R65, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0QX, Engeland, tel. 09-4423521900, telex UK 83159.
RGO:	Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux Castle, Hailsham, East Sussex BN27 1RP, Engeland, tel. 09-44323833171, telex UK 87451.
Roden:	Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20, 9301 KA Roden, tel. 05908-19631.
ROE:	Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh EH9 3HJ, Schotland, 09-44316673321/09-44313393381, telex UK 72383.
SERC:	Science and Engineering Research Council, Polaris House, North Star Avenue, Swindon SN2 1ET, Engeland, tel. 09-79326222, telex UK 449466.
SRON:	Ruimteonderzoek Utrecht, Beneluxlaan 21, 3527 HS Utrecht, tel. 030-937145, telex 47224. Ruimteonderzoek Groningen, Postbus 800, 9700 AV Groningen, tel. 050-116695, telex 53572. Ruimteonderzoek Leiden, Sterrewacht, Postbus 9513, 2300 RA Leiden, tel. 071-148333, tst.5800, telex 39058.
UKIRT:	UKIRT, 900 Leilani Street, Hilo, Hawaii 96720, USA, tel. 09-18089613756/18089354332, berg: 09-18089616091, telex USA 633135.
Utrecht:	Sterrewacht "Sonneborgh", Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, tel. 030-312841, telex 47224.
VLA:	NRAO, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA, tel. 09-15058352924, (site: 09-15057724011), 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. 070-839100/824231, telex 31660. Postadres: Postbus 93138, 2509 AC Den Haag.

Albada, Prof.Dr. T.S. van, Groningen, 050-116650.
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., Groningen, 050-116661.
Noordstukkendrift 6, 9496 PG Bunne, 05921-9429.
Ardenne, Ir. A. van, Dwingeloo.
Tapuitlaan 102, 7905 CZ Hoogeveen, 05280-71114.
Atherton, Dr. P.D., Groningen, 050-116638.
Boermatjes 2, 9753 KS Haren, 050-348394.
Baars, Dr.Ir. J.W.M., Bonn.
Tannenstrasse 6, 5357 Morenhoven, B.R.D. 09-4922265905.
Bajaja, Dr. E., Instituto Argentino de Radioastronomia, C.C. no. 5, 1894 Vila Elisa, Argentinië, 09-542143793.
Baldwin, Dr. J.E., Cambridge.
Balick, Prof. B., Astronomy Dept. FM-20, University of Washington, Seattle, Wa. 98195, USA, 09-12065437683, telex: (023)4740096 uw ui.
Balster, Y.M.J., Nijmegen, tst. 2357, 2077.
Debussylaan 54, 7333 DH Apeldoorn, 055-338039.
Barthel, Dr. P.D., Caltech 105-24, Pasadena, CA. 91125, U.S.A.
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.
Beerekamp, W.H.J., Westerbork.
Valderseweg 2, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1923.
Begeman, Drs. K., Groningen, 050-116612.
Naweg 12, 9461 BL Gieten, 05926-2622.
Berkhuijsen, Dr. E.M., Bonn.
Martin Legros Strasse 118, 5300 Bonn 1, B.R.D., 09-492221626302.
Blaauw, Prof. Dr. A., Groningen, 050-116633.
Asserstraat 78, 9335 TC Zuidvelde, 05928-2565.
Blum, Prof. E.J., IRAM.
Boer, Drs. J.A. de, Groningen, 050-116664 (en 6695).
Prinses Irenelaan 1, 9765 AL Paterswolde, 05907-4290.
Boer, K.S. de, Astronomisches Institut der Universität Tübingen, Waldhauserstrasse 64, D-7400 Tübingen, 09-497071292486.
Boksenberg, Prof. A., RGO.
Boland, Dr. W.H.W.M., Astron.
Burg. Weimalaan 14, 7948 AM Nijeveen, 05229-2281.
Bontekoe, Drs. T.R., Groningen, 050-116623.
Planetenlaan 301, 9742 HK Groningen, 050-733657.
Booth, Dr. R.S., Onsala Space Observatory, S-43034 Onsala, Zweden.

Bos, 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, 09-3391959088.
Bottema, Drs. R., Groningen, 050-116690.
Kochstraat 21, 9728 KA Groningen.
Boulanger, F., Institute for Space studies, 2880 Broadway, New York, NY 10025, U.S.A.
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, Drs. R., Leiden, tst. 5875.
Boerhaavelaan 146, 2334 EV Leiden.
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. 09-14156425275, telex: 9103667945.
Brinks, Dr. E., ESO.
Brouw, Prof.Dr. W.N., Dwingeloo.
Eursingerweg 28, 9411 BB Beilen, 05930-3514.
Brouwer, Ir. F.J.J., afd. Geodesie, T.H. Delft, Thijsseweg 11, 2629 JA DELFT, 015-782554.
Brugge, Ir. J.F. van der, Dwingeloo.
Achter de Hoven 2, 7991 AD Dwingeloo, 05219-1720.
Bruyn, Dr. A.G. de, Dwingeloo.
Holtien 13, 7991 PN Dwingeloo, 05219-2687.
Bueren, Dr. H.G. van, Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, 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, Mass. 02139, U.S.A.
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.
Carignan, Dr. C., Groningen, 050-116649.
Planetenlaan 224, 9742 JH Groningen, 050-730568.
Casertano, Dr. S.P.R., Scuola Normale Superiore, Piazza dei Cavalieri, Pisa, Italië, 09-395043554.

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.
Conway, Dr. R.G., Jodrell Bank.
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, Illinois 61801, U.S.A.
Downes, Dr. D., IRAM.
Driel, Drs. W. van, Groningen, 050-116659.
Kremersheerd 78, 9737 PB Groningen.
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, Lic. I., Nèpszinhâz-u 46, H 1081 Budapest, Hongarije.
Felli, Dr. M., Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo Enrico Fermi 5, 50125 Firenze, Italië, 09-3955220034.
Fokker, Dr. A.D., Utrecht.
Kruislaan 17, 3712 AL Bilthoven, 030-785610.
Foley, Dr. A.R., Dwingeloo.
Oldenhave 16, 7963 SJ Ruinen, 05221-2512.
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, ESO.
Ahornstrasse 8, 8044 Unterschleissheim, Duitsland, 09-49893101167.
Geus, Drs. E.J. de, Leiden, tst. 5840.
Klikspaanweg 22a, 2324 LW Leiden, 071-760533.
Gilra, Dr. D.P., 8573 Greenbelt Rd., Apmnt. 103, Greenbelt, Md. 20770, U.S.A.
Gorkom, Dr. J.H. van, VLA.
Goss, Prof. Dr. W.M., Groningen, 050-116653.
Gelmarusstraat 11, 9494 RJ Yde, 05906-1705.
Graauw, Dr. M.W.M. de, SRON, Groningen, 050-116642.
Noorderhaven ZZ 46, 9712 VL Groningen, 050-136282.
Greenberg, Prof.Dr. J.M., Leiden, tst. 5894/5915.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
Groningen, Dr. E. van, ROE.
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.
Hamaker, Drs. J.P., Dwingeloo.
"Lieverlhee", Lhee 23, 7991 PG Dwingeloo, 05219-7229.
Hanisch, Dr. R.J., Space Telescope Science Institute, Homewood Campus, John Hopkins University, Baltimore, MD 21218, U.S.A. 09-13013384700.
Harris, Dr. D.E., Center for Astrophysics, 60 Garden Street, Cambridge, Massachusetts 02138, U.S.A., tel. 09-16178307148.
Harten, Dr. R.H., 5 Tar Heels Road, Mercerville, NJ 08619, U.S.A., 09-16095866108.
Heeschen, Dr. D.S., NRAO, Charlottesville.
Heise, Dr. J., Utrecht (SRON).
Geverscop 31, 3481 LV Harmelen, 03483-2066.
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., Utrecht (SRON).
Zuidereinde 29, 1243 KJ 's-Graveland, tel. 035-61318
Högbom, Dr. J.A., Stockholms Observatorium, 13300 Saltsjöbaden, Zweden, 09-4687170631.
Hoyng, Dr. P., Utrecht (LRO).
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.
Kaiserstraat 22a, kamer 15, 2311 GR Leiden, 071-140296.
Hu, Dr. Fu-xing, Purple Mountain Observatory, Nanjing, People's Republic of China.
Hulsbosch, Dr. A.N.M., Nijmegen, test. 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, Dr. 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., Space Telescope Science Institute, Homewood Campus, Baltimore, MD 21218, USA.
Jager, Prof. Dr. C. de, Utrecht (LRO).
Zonnenburg 1, 3512 NL Utrecht, 030-314253.
Jägers, Drs. W.J., Leiden, tst. 5847.
Boerhaavelaan 156, 2334 EV Leiden, 071-171268.
Jong, Prof. Dr. T. de, Amsterdam (GU).
Burg. 's Jacoblaan 4, 1401 BM Bussum, 02159-13198.
Kaastra, Drs. 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, U.S.A.
Kombrink, K., Dwingeloo.
Mantinghstraat 39, 7908 AV Hoogeveen, 05280-71441.
Kotanyi, Dr. C.G., VLA.
Kramer, Ir. C., Coörd. Ontw. MSD, Gebouw QM-244, Veenpluis, 5684 PC Best, 040-762601.
Bernhardweg 2, 5582 JS Aalst, 04904-2651.
Kruit, Dr. P.C. van der, Groningen, 050-116666.
Aert van der Leeuwlaan 7, 9721 TE 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.
Lieshout, Prof.Dr. R. van, Z.W.O.
te Lintel Hekkert, Drs. P., Leiden, tst. 5839.
Schutterstraat 15, 2316 XH Leiden.
Longair, Dr. M.S., ROE.

Longo, Dr. G., Dept of Astronomy, University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, U.S.A.
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, 050-116704.
Mathewson, Prof. D.S., Mount Stromlo Observatory, Private Bag, Woden ACT 2606, Australië.
May, Dr. A., Dept. of Theoretical Physics, 1 Keble Road, Oxford, OX1 3NP, Engeland, 09-4486553281.
Meurs, Dr. E.J.A., IOA, Cambridge.
Mezger, Dr. P.G., Bonn.
Miley, Dr. G.K., Academic Affairs Dept., Space Telescope Science Institute, Homewood Campus, Baltimore, MD 21218, U.S.A., 09-13013384700.
Mo, Dr. Jing-er, Purple Mountain Observatory, Nanjing, People's Republic of China.
Moorsel, Dr. G.A. van, NRAO.
Muller, Prof.Ir. C.A., Odinksveld 8, 7491 HD Delden, 05407-2428.
Murdin, Dr. P.G., RGO.
Neff, Dr. S.G., Code 4130, Naval Research Laboratory, Washington, DC 20375, USA, tel. 09-12027672351.
Neubauer, Ir. F.R., Direktoraat Radiozaken P.T.T., Kon. Julianaplein 15, 2595 AA Den Haag, 070-757920/757235.
Guido Gezellelaan 86, 2624 LA Delft, 015-35700.
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., RGO.
St. Gabriels, 35 Plemont Gardens, Bexhill-on-Sea, East Sussex, Engeland, tel. 09-424212507.
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, 050-116651.
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, 050-116686 en Roden.
Havezathenlaan 107, 9301 SB Roden, 05908-15407.
Parma, Dr. P., Bologna.

Pater, Dr. I. de, University of California, Dept. of Astronomy, Berkeley, CA 94720, USA, tel. 09-14156425275, telex: 9103667945.
Perola, Dr. G., Istituto Astronomico, c/o Istituto di Fisica n.e., P.le A.Moro 2, 00185 Roma, Italië.
Pickels, Dr. A.J., Groningen, 050-116668.
't Oldehof 14, 9951 JX Winsum.
Poole, Drs. R.S le, Leiden, tst. 5874.
Rietveld 73, 3443 XB Woerden, 03488-937.
Pottasch, Prof.Dr. S.R., Groningen, 050-116641 (en 6643).
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., Raman Research Institute, Hebbal P.O., Bangalore, 560 006, India.
Raimond, Dr. E., Dwingeloo.
Esweg 4, 7991 AC Dwingeloo, 05219-1699.
Ree, L.J. van der, Dwingeloo.
Neckarstraat 6, 9406 VN Assen, 05920-53376.
Rees, Prof. M.J., Cambridge (IOA).
Retallack, Dr. D.S., VLA.
Riemers, P.H., Dwingeloo.
Egbert Nijstadlaan 4, 7991 AZ Dwingeloo, 05219-2306.
Rinia, Dr.Ir. H., Irenelaan 9, "Eeckenrhode" C2, 5583 AD Aalst-Waalre, 04904-2626.
Robertson, Dr. J.G., Anglo-Australian Observatory, P.O. Box 296, Epping, N.S.W. 2121, Australië.
Roelfsema, Drs. P.R., Groningen, 050-116773.
Butjesstraat 3, 9712 EW Groningen, 050-124997.
Rots, Dr. A.H., VLA.
Ruiter, Dr. H.R. de, Via del Borgo 27, Bologna, Italië.
Sancisi, Dr. R., Groningen, 050-116652.
Acacialaan 57, 9741 KW Groningen, 050-779971.
Sanders, Dr. R.H., Groningen, 050-116657.
Stalstraat 2a, 9712 ES Groningen, 050-181239.
Sargent, Dr. W.L.W., Astronomy Department 105-24, California Institute of Technology, 1201 E. California Blvd., Pasadena, California 91125, U.S.A.
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.
Schipper, B.A.P., Dwingeloo.
Zwederaweg 59, 7963 BS Ruinen, 05221-1977.
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, 050-116663.
Kamperfoelie 4, 9301 PP Roden, 05908-18720.
Schwering, Drs. P.B.W., Leiden, tst. 5874.
Veursestraatweg 162, 2265 CH Leidschendam, 070-275026.
Sellwood, Dr. J.A., Groningen, 050-116805.
Steenhouwerskade 163, 9718 DL Groningen, 050-121747.
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, Miai, Okazaki 444 Japan.
Shostak, Dr. G.S., Groningen, 050-116666.
Zonnelaan 321, 9742 BH Groningen, 050-713479.
Skillman, Dr. E.D., Dwingeloo.
Achter de Hoven 3, 7991 AD Dwingeloo, 05219-3067.
Slottje, Dr. Ir. C., Dwingeloo.
Het Hoge Holt 7, 7909 BE Hoogeveen, 05280-62098.
Smith, Prof. F. Graham, Jodrell Bank.
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.
Spoelstra, Dr. T.A.Th., Dwingeloo.
Bieleveldlaan 5, 7906 HR Hoogeveen, 05280-71352.
Stadt, Dr.Ir. H. van de, Utrecht.
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, U.S.A.
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.
Teuben, Drs. P.J., Groningen, 050-116896.
Kerkstraat 47, 9601 AA Hoogezand, 05980-90737.

Tilanus, Drs. R.P.J., Groningen, 050-116773.
Wb. Wilhelmina, Oosterhamrikkade t.o. 119, 9713 KC Groningen.
Tinbergen, Dr. J., Roden, 050-116686.
Oosterzoom 11, 9321 EG Peize, tel. 05908-33898.
Troland, Dr. T., Physics and Astronomy Department, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA.
Valentijn, Dr. E.A., La Palma (tot 1-8-1985).
Na 1-8-85: 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., Tata Institute of Fundamental Research, P.O. Box 8, Ootacamund 643001, India.
Viallefond, Dr. F.M.M., Observatoire de Paris-DEMIRM, F 92190 Meudon, Frankrijk.
Vries, Drs. J.W.C. de, Klikspaanweg 10, 2324 LW Leiden, 071-760530.
Watt, Dr. G.D., Dwingeloo.
De Maten 16, 7991 BB Dwingeloo, 05219-2822.
Waard, Drs. G.J. de, Leiden, tst. 5838.
Prinses Mariannelaan 197, 2275 BE Voorburg.
Wakker, Drs. B.P., Groningen 050-116623.
Kremersheerd 141, 9737 PM Groningen, 050-421634.
Walterbos, Drs. R., Leiden, tst. 5850.
Watersteeg 3, 2311 HZ Leiden, 071-132030.
Warmels, Drs. R.H., Groningen, 050-116896.
Verzetsstrijderslaan 135, 9725 CJ Groningen, 050-268234.
Weggemans, J., Westerbork.
Westrupsingel 19, 7991 BH Dwingeloo, 05219-2208.
Weiler, Dr. K.W., National Science Foundation, Division of Astronomical Sciences, 1800 G. Str. N.W., Washington, D.C. 20550, U.S.A.
Weinreb, Dr. S., NRAO, Charlottesville.
Welch, Dr. W.J., Radio Astronomy Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720, U.S.A.
Weliachew, Dr. L., IRAM.
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, 09-494072522493.
Weijma, Dr. H., Z.W.O.
Werf, Drs. P.P. van der, Groningen, 050-116659.
Nieuwe Kijk in 't Jatstraat 127, 9712 SG Groningen.
Wevers, Dr. B.M.H.R., Groningen, 050-116666.
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, U.S.A.
Wimersma Greidanus, Drs. H.S.F. van, Leiden, tst. 5829. Vliet 11, 2311 RC Leiden, 071-141303.
Windhorst, Dr. R.A., Mt. Wilson & Las Campanas Observatory, 813 Santa Barbarastreet, Pasadena, CA 91101, USA, tel. 09-12135771122.
Winnberg, Dr.A., Onsala Space Observatory, S-43900 Onsala, Zweden, tel. 09-4630060651, telex S 2400.
Woerden, Prof.Dr. H. van, Groningen, 050-116667. 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., ESO.
Zwaan, Prof.Dr. C., Utrecht. Van Galenlaan 38a, 3941 VD Doorn, 03430-14977.