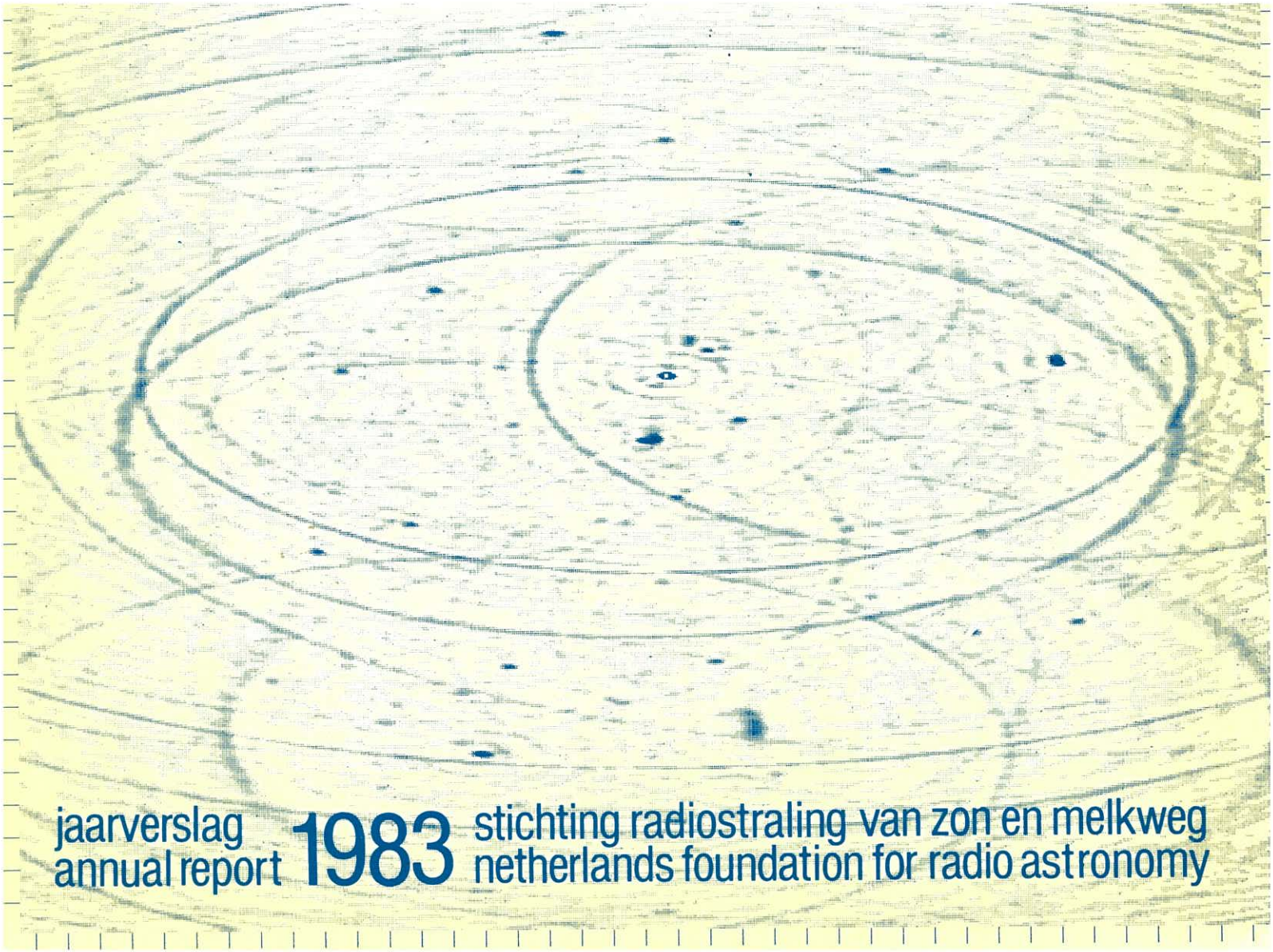


jaarverslag annual report 1983

stichting radiostraling van zon en melkweg netherlands foundation for radio astronomy

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.

Bij de omslag.

Een WSRT meting van het veld rondom de milliseconde pulsar (PSR1937+214), een van de eerste waarnemingen gedaan op 327 MHz. De pulsar zelf ligt precies in het midden van dit plaatje waarvan de afmeting ongeveer 3°6x4°8 bedraagt. Voorkant: De totale intensiteit, gedomineerd door compacte en uitgebreide bronnen die helemaal niets met de pulsar te maken hebben. Door zulke confusie is zo'n bijzonder object niet goed te herkennen. Achterkant: Een weergave van de gepolariseerde emissie. Pulsars zijn sterk gepolariseerd op lage frequenties, in tegenstelling tot de meeste andere bronnen, waardoor ze goed herkenbaar zijn. Door de invloed van de ionosfeer, waarvoor nog niet gecorrigeerd is, zijn de gepolariseerde bronnen vervormd. (Zie hoofdstuk 4.3.1.3.)

Cover.

A WSRT map measuring 3°6 x 4°8 centred on the millisecond pulsar (PSR 1937+214), one of the first 327 MHz observations. Front. The total intensity, dominated by compact and extended radio sources unrelated to the pulsar. Such confusion can make even unusual objects difficult to recognize. Back. Polarized emission from the same field. Their strong polarization at low frequencies makes pulsars, in contrast with most other sources, stand out in such a map. Because no correction for ionospheric rotation has been applied, polarized sources appear deformed (see section 4.3.1.3.).

TABLE OF CONTENTS

		Page
	Table of contents	2
1.	REPORT OF THE BOARD	7
2.	DEPARTMENTAL REPORTS	11
2.1.	Westerbork Telescope Group	11
2.2.	Dwingeloo Telescope Group	30
2.3.	Computer Group	34
2.4.	Laboratory and Central Technical Services	43
2.5.	Astronomy Group	58
2.6.	Administration of the Foundation/General Affairs	62
3.	ASTRONOMICAL REPORTS	67
3.1.	Astronomical Research of Foundation staff	67
3.2.	Radio astronomical Research at Anton Pannekoek Institute, Amsterdam	84
3.3.	Radio astronomical Research at "Kapteyn Laboratory" Groningen	85
3.4.	Radio astronomical Research at Leiden Observatory	124
3.5.	Radio astronomical Research at Nijmegen University	154
3.6.	Radio astronomical Research at Utrecht Observatory	162
3.7.	Report of the Program Committee	164
4.	ENGLISH SUMMARY	167
4.1.	Report of the Board	167
4.2.	Departmental Reports	169
4.3.	Astronomical Reports	176
4.4.	Appendices	199

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
	Inhoudsopgave	3
1.	BESTUURSVERSLAG	7
2.	AFDELINGSVERSLAGEN	11
2.1.	Teleskoopgroep Westerbork	11
2.2.	Teleskoopgroep Dwingeloo	30
2.3.	Computergroep	34
2.4.	Laboratorium en Centrale Technische Dienst	43
2.5.	Astronomengroep	58
2.6.	Algemene Zaken / Het Bureau	62
3.	ASTRONOMISCHE VERSLAGEN	67
3.1.	Astronomisch onderzoek van Stichtings-stafleden	67
3.2.	Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek te Amsterdam.	84
3.3.	Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen	85
3.4.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden	124
3.5.	Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen	154
3.6.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht	162
3.7.	Verslag van de Programma Commissie	164
4.	ENGLISH SUMMARY	167
4.1.	Report of the Board	167
4.2.	Departmental Reports	169
4.3.	Astronomical Reports	176
4.4.	Appendices	199

	Page
Appendix A. ORGANISATION	201
A.1. Board	201
A.2. Management	201
A.3. Committees	202
A.4. Intermediaries other institutes	202
A.5. Works Council	203
A.6. Public Relations	203
A.7. General parts committee	203
A.8. Measuring instruments committee	203
A.9. (Inter)national committees	203
Appendix B. PERSONNEL	206
B.1. Bureau of the Foundation	206
B.2. Telescope Group	206
B.3. Central Technical Services	207
B.4. Laboratory	208
B.5. Computer Group	208
B.6. Astronomy Group	209
B.7. Work-students	209
Appendix C. FINANCES 1983/1984	210
Appendix D. OBSERVING FACILITIES	211
D.1. Observing facilities at Westerbork	211
D.2. Observing facilities at Dwingeloo	215
Appendix E. PUBLICATIONS AND REPORTS	217
E.1. Research papers	217
E.2. Review papers and conference contributions	224
E.3. Popular papers	230
E.4. Internal Technical Reports	231
E.5. Notes	231
E.6. Colloquia in Dwingeloo in 1983	233
E.7. Colloquia given by Foundation staff	234
E.8. Congress attendance by Foundation staff	236
Appendix F. ADDRESSES	238

	Blz.
Appendix A. ORGANISATIE	201
A.1. Bestuur	201
A.2. Direktie	201
A.3. Commissies	202
A.4. Kontaktpersonen instellingen	202
A.5. Ondernemingsraad	203
A.6. Algemene kontakten	203
A.7. Magazijncommissie	203
A.8. Meetinstrumentencommissie	203
A.9. (Inter)nationale commissies	203
Appendix B. PERSONEEL	206
B.1. Bureau van de Stichting	206
B.2. Teleskoopgroep	206
B.3. Centrale Technische Dienst	207
B.4. Laboratoriumgroep	208
B.5. Computergroep	208
B.6. Astronomen	209
B.7. Werkstudenten	209
Appendix C. FINANCIEN 1983/1984	210
Appendix D. WAARNEEMFACILITEITEN	211
D.1. Waarneemfaciliteiten Westerbork	211
D.2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo	215
Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN	217
E.1. Onderzoek artikelen	217
E.2. Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen	224
E.3. Populaire artikelen	230
E.4. Internal Technical Reports	231
E.5. Notes	231
E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1983	233
E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting	234
E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen	236
Appendix F. ADRESLIJST	238

1. BESTUURSVERSLAG.

Alvorens enkele gebeurtenissen van het jaar te vermelden zal ik de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg historisch trachten te situeren. We leven begin 1984. Dit is ongeveer 35 jaar na oprichting van SRZM, 28 jaar na het in gebruik stellen van de Dwingeloo 25 meter telescoop, 14 jaar na het in gebruik stellen van de 1,5 kilometer synthese radiotelescoop te Westerbork, bestaande uit 12 van zulke spiegels, 4 jaar na de uitbreiding daarvan tot 3 kilometer en 14 spiegels, 0 jaar na het succesvolle bedrijf van de IRAS ruimtetelescoop en 3 jaar vóór de 4,2 meter optische telescoop op La Palma door Britse en Nederlandse astronomen gezamenlijk in gebruik zal worden genomen.

Deze stichting heeft in de wereld een zeer goede naam opgebouwd, maar het is allerminst vanzelfsprekend dat zij die kan blijven waarmaken. Daartoe is meer nodig. Veel wetenschappelijke instituten hebben ondervonden dat stationaire of enigszins dalende geldmiddelen de mobiliteit van de werknemers practisch tot stilstand brengen, waardoor de gemiddelde leeftijd per jaar bijna een jaar oploopt. Aan deze wetmatigheid heeft ook SRZM zich niet weten te onttrekken. Wel is zij vrij gebleven van de vaak daarmee geassociëerde dreiging van een verlies aan jeugdig élan. Dit komt door het opnemen van telkens nieuwe uitdagingen, die de wetenschap en de voortschrijdende technische mogelijkheden haar stellen. Om deze stelling te onderbouwen lopen we de boven opgesomde faciliteiten even stuk voor stuk na.

Westerbork.

We wisten al ruim tien jaar dat in de vroege tachtiger jaren de SRT op enkele belangrijke aspecten eerst ingehaald en vervolgens voorbijgestreefd zou worden door de Amerikaanse VLA. Hierop heeft de stichting gereageerd met een intensieve samenwerking en uitwisseling met de VLA en ook door het versterken van de sterke punten van het Westerbork systeem, waaronder zijn geschiktheid voor lange golflengten (eind '83 werd een ontvanger voor 92 cm, onze vierde golflengte, in gebruik genomen) en zijn uitstekende 'dynamic range' (de mogelijkheid om in hetzelfde veld zwakke naast sterke bronnen te meten). Als gevolg hiervan, waarbij uiteraard ook de genoemde uitbreiding meetelt, kan de WSRT nog zeker een tiental jaren aan het front van de wetenschap blijven opereren.

Dwingeloo.

In Dwingeloo werkt het overgrote deel van de werknemers en gasten van de stichting. Het twee jaar geleden uitgebreide laboratorium vormt een passende en stimulerende werkomgeving. Op hetzelfde terrein staat de oorspronkelijke 25 meter telescoop. Het is een wonder dat dit 'oudje', dat qua afmeting al lang niet meer tot de top twintig in de wereld behoort, nog zo'n prominente wetenschappelijke rol vervult. Dit komt doordat ook hier getracht is de

sterke punten tot hun recht te doen komen. Er worden in hoofdzaak programma's van lange adem mee uitgevoerd die een hoge en uniforme gevoeligheid over een groot deel van de hemel vereisen. Er is besloten dit werk voort te zetten, zij het, onder druk van de financiële beperkingen, met minimale technische ondersteuning.

IRAS.

Bij deze nationale infrarood satelliet, die van januari tot november 1983 in bedrijf was, was de stichting niet direkt betrokken. Toen echter voor de Nederlandse astronomen het sein 'alle hens aan dek' kwam en in korte tijd ontzettend veel werk verzet moest worden vooral op het gebied van automatische gegevensverwerking, waarvoor RZM veel expertise in huis heeft, heeft de stichting niet geaarzeld één van haar wetenschappelijke medewerkers geruime tijd hiervoor vrij te maken. Nuttig effect voor de stichting: een schat van ervaring en veel contacten, die weer te pas komen in de overige, w.o. optische, taken.

La Palma en millimetertelescopen.

Enkele jaren geleden ging ZWO op aandrang van de Nederlandse astronomen een overeenkomst aan met haar Britse zusterinstelling SERC, waarbij een 20 procent Nederlandse deelname tot stand kwam in de optische sterrewacht op La Palma en in de 15 meter millimeter telescoop te bouwen op Mauna Kea (Hawaii). Hierdoor is voor RZM, die in Nederland het voortouw van deze samenwerking heeft, voor decennia een nieuw perspectief geopend en tevens reeds onmiddellijk een nieuwe, stimulerende werklast ontstaan. Het is na de invulling van taken, die dit jaar plaats vond, duidelijk, dat de stichting dit werk zowel kwalitatief als kwantitatief aan kan. De kunst zal alleen zijn - zoals bijv. de buitenlandse adviseurs nog onlangs benadrukten - om daarnaast de gerenommeerde kwaliteit van ontvangerbouw voor en waarneembedrijf te Westerbork echt op peil te houden. Ook blijft het een vraag in hoeverre hiernaast ook de VLBI techniek (radio-interferometrie met continentale en intercontinentale basislijnen), die zeer bewerkelijk is, verder uitgebouwd kan worden.

Hiermee is het kader van de werkzaamheden en daarmee ook de zorg en de hoop van de stichting in brede trekken geschetst. Voor de invulling moge verwezen worden naar de afdelingsverslagen en wetenschappelijke verslagen in de volgende hoofdstukken van dit jaarverslag.

Belangrijke gebeurtenissen van bestuurlijke aard, die vermelding behoeven, zijn de volgende:

- Dr.Ir. K. Teer beëindigde zijn lidmaatschap van het bestuur per 31 januari 1983.
- Dr. R. Sancisi volgde per 1 september 1983 Dr. W.M. Goss op als voorzitter van de Programma Commissie.

- De vijf buitenlandse adviseurs, ditmaal in de samenstelling:
  Dr. J.M. Beckers, Multiple Mirror Telescope, USA
  Dr. D. Downes, IRAM, Frankrijk
  Dr. R.D. Ekers, VLA, USA
  Dr. V.R. Radhakrishnan, Raman Institute, India
  Dr. F.G. Smith, Jodrell Bank, UK
  bezochten Dwingeloo en Westerbork 25-27 oktober 1983, hoorden in het bijzijn van bestuur, directie en seniore stafleden presentaties over lopende en toekomstige werkzaamheden en brachten waardevolle adviezen uit aan het bestuur.
- Op initiatief van het Ministerie van O. en W. werd RZM als eerste ZWO instituut door een adviesbureau doorgelicht en als doelmatig en zeer slagvaardig gekwalificeerd.
- Op 14 december vond tripartiet overleg over onderlinge taakafstemming plaats met de ZWO stichtingen SRON en ASTRON.
- Prof.Dr. W.N. Brouw werd voor een derde jaar aangewezen als voorzitter van de directie, tot 1 september 1985.
- Delegaties van RZM en ASTRON namen deel aan het overleg met het Gebiedsbestuur in Oprichting (GiO) van ZWO voor het gebied van de Exacte Wetenschappen.
- Wegens voltooiing van het beoogde programma werd per 1 januari 1984 het zonne-onderzoek te Dwingeloo beëindigd en daarmee drie kleine telescopen op non-actief gesteld. De Zoncommissie werd gedéchargeerd en opgeheven.
- De voorzitter nam herhaalde malen deel aan het Europese directeurenoverleg over VLBI onderzoek.
- In 1983 hebben ASTRON en RZM voor het eerst een gezamenlijke beleidsbegroting opgesteld.

H.C. van de Hulst

2. AFDELINGSVERSLAGEN.

2.1. Telescoopgroep Westerbork.

2.1.1. Algemeen.

Uit het overzicht van telescoopgebruik (fig. 2.1.2.) blijkt dat de produktie, de fractie van de tijd besteed aan astronomische waarnemingen, gelijk is aan die van vorig jaar. Er is daarnaast meer tijd ingeruimd voor ontwikkelingswerk door minder, maar efficiëntere, calibratiemetingen te verrichten.

Er is veel werk verzet om het DCB uit te testen en gebruiksgereed te maken. Er is een aantal succesvolle metingen gedaan die de te verwachten gevoeligheid bereikten.

Ons waarneemarsenaal is met twee golflengtes, 18 cm en 92 cm, uitgebreid. We moeten er nu wel op toezien dat er een doelmatig gebruik van de vele waarneemmogelijkheden gemaakt wordt. Dit doelmatig gebruik kwam in het vierde kwartaal in de verdrukking toen 9 verschillende -soms parallelle- modi werden opgetuigd. Hieronder leed de nazorg van elk waarneemsysteem afzonderlijk.

Tijdens de winterstormen in het begin van het jaar werden in diverse telescopen spelingen geconstateerd, veroorzaakt door slijtage van de zijtandwielen, welke de kwadranten aandrijven.

Ter voorbereiding op de vernieuwing van het oude aandrijfsysteem op de telescopen werden een drietal van elkaar verschillende motoren op een proefopstelling uitgetest.

Met ingang van 1 januari werd Ir. J.D. Bregman naar het Laboratorium te Dwingeloo overgeplaatst.

Mevr. G. Beugel-Jager beëindigde haar dienstverband op 31 december. Mej. I. Prakken versterkte in haar plaats onze gelederen.

2.1.2. Telescoopgebruik.

Het grootste gedeelte van het eerste kwartaal werd aan het waarnemen op 50 cm besteed. Alle 1e en 2e prioriteitsmetingen, alsmede alle filler-metingen werden gedaan. Ook werd op deze golflengte gedurende 5 dagen de zon waargenomen met het 0,1 seconde integratietijdsysteem. De software voor het meten met 0,1 seconde integratietijd is nu niet meer bruikbaar. In een drietal telescopen werden testmetingen gedaan met nieuwe frontends op een golflengte van 92 cm. Het kwartaal werd met een bevredigend verlopen 18 cm VLBI periode afgesloten.

Het paasweekeinde en de daaropvolgende week zijn hoofdzakelijk gebruikt voor het gereed krijgen van het 6 cm systeem, met name de cryogene frontends. Door het uitvallen van het frontend in RT C was deze telescoop ca. 1,5 week buiten bedrijf.

Rond medio april hadden we een goed werkend 6 cm systeem en is het merendeel van de 6 cm waarnemingen afgewerkt.

Gedurende de 6 cm periode is veel werk verzet om het DCB uit te testen en gebruiksgereed te maken. Tegen het einde van de periode zijn een aantal succesvolle metingen gedaan die de te verwachten gevoeligheid bereikten.

Begin juni is gedurende de 6 cm VLBI waarneemperiode naar 21 cm omgebouwd. Voor de VLBI betekende dit een gelijkmatige afbouw van de tied-array van 14 telescopen tot 1 telescoop. In het VLBI schedule zat een aantal gaten waarin het mogelijk was al tijdens de VLBI een indruk van de 21 cm frontends te krijgen. Vrijwel direct na afloop van de VLBI was het 21 cm waarneemsysteem in de lucht.

Metingen in het begin van de 21 cm periode hebben nogal last van storing gehad. Dit kwam mogelijk door een combinatie van weersomstandigheden en de verhoogde NATO oefenactiviteiten.

Ook is met het begin van de 21 cm periode een volgende versie van de on-line software in gebruik genomen. DCB en DLB metingen kunnen beiden met de verbeterde on-line software gedaan worden. Door een modificatie in de frontends is het mogelijk gemaakt om ook op 21 cm met het DCB te meten. Tijdens testwerk kwam nog aan het licht dat de total power registratie niet nauwkeurig genoeg is door overspraak problemen. De oplossing hiervoor is nu bekend en een verbetering zal worden aangebracht.

In de vakantieperiode is ernaar gestreefd om zoveel mogelijk volgens een vast schema continu door te meten. In juli is het frontend in RT A enige malen uitgevallen door een te hoge buitentemperatuur. Ook namen de correlator en DCB problemen in hevigheid toe. Ondanks de vaak minimale personeelsbezetting gedurende de vakanties is het gelukt een groot aantal goede waarnemingen op 21 cm te realiseren. Slechts twee 2e prioriteitsmetingen zijn niet, of slechts gedeeltelijk gedaan. In de maand oktober zijn we nog af en toe geplaagd door correlatorfouten die in een aantal metingen slechte correlatorkanalen veroorzaakten.

De laatste drie maanden van 1983 zijn nogal druk geweest wat betreft het wisselen van frontends. Allereerst was er de installatie van een 18 cm frontend in RT O begin oktober voor VLBI op de zon en vervolgens VLBI voor het Europese Netwerk. Tijdens deze VLBI periode werden drie 21 cm frontends ingewisseld voor drie 92 cm frontends voor metingen van de primaire bundel en storingtests. Deze werden eind oktober weer vervangen door 21 cm frontends voor de afwerking van het 21 cm programma. Half november startte de ombouw naar 50 cm voor een week VLBI op deze golflengte, gevolgd door een week VLBI op 6 cm.

Begin december werden alle frontends vervangen door een nieuwe serie 92 cm frontends. Na de allereerste tests zijn gedurende enkele dagen VLBI metingen op deze nieuwe golflengte gedaan. Vervolgens werden er allerlei testmetingen op deze serie frontends losgelaten, waarna vlak voor Kerstmis is begonnen met het doen van de eerste metingen voor astronomen. Het merendeel is gedaan in

redundantiemode. De amplitude van de metingen wordt gecorrigeerd met de gemeten total power, aannemende dat de ontvangergain constant is. De eerste resultaten van de redundantiemetingen lijken bemoedigend.

De tabellen I t/m V, en de figuren 2.1.1. en 2.1.2. geven een overzicht van het gebruik van de SRT in 1983.

2.1.3. Ontvangersysteem.

Nadat vorig jaar voor het eerst op 50 cm met een 110 K systeem werd waargenomen, gedroeg dit systeem zich in het eerste kwartaal zoals dat in een tweede periode behoort te zijn; er behoefde slechts 1 FET versterker vervangen te worden.

Drie 92 cm testfrontends, voor de interferometers 9B en 3B, zijn een week lang aan de tand gevoeld. Eén en ander zag er goed genoeg uit om de hele serie af te bouwen; alleen de stabiliteit van de ruisbroninjectie moest nog extra aandacht krijgen.

Het prototype 18 cm frontend gedroeg zich zeer stabiel; de ruistemperatuur was 55 à 60 K. Later, in de 18 cm VLBI-periode met drie frontends in RT O, A en B, bleek ook weer de uitstekende stabiliteit en betrouwbaarheid.

Op 50 cm hebben we niet veel last van de TV-storingen gehad. De zogenaamde "Tupolev" storingen, die we vorig jaar nog slechts enkele keren gezien hebben, lijken nu na 10 jaar geheel te zijn verdwenen. Een testweek met drie 92 cm frontends is te kort om een goed beeld van de aanwezige storingen te krijgen. We hoeven voorlopig geen speciale maatregelen te nemen; waarschijnlijk wordt het niet veel slechter dan op 50 cm en 21 cm, hetgeen in de eerste waarneemperiode zal moeten blijken.

De 18 cm band was nieuw voor ons. Over het algemeen was er goed mee te werken, hoewel er soms een vrij sterk sweepsignaal binnenkwam. Deze externe storing is ook in Dwingeloo bekend.

Vanaf half maart begon het cryogene bedrijf weer operationeel te worden. Hiervoor is vooral in Dwingeloo veel voorbereidend werk verzet. Alle compressoren werden van binnen en van buiten gereinigd, de elektrische installatie in de compressorkasten op de telescopen nagekeken en deels vervangen. Ook werden de heliumcircuits op de telescopen aan een grondige inspectie onderworpen. De gekoelde frontends werden op het laboratorium in Dwingeloo -voor zover mogelijk- van 1,5 GHz FET-versterkers voorzien, zodat we half maart over drie 18 cm gekoelde frontends voor de VLBI-waarnemingen konden beschikken.

In hoofdzaak doordat het cryogene systeem op RT C een keer door een defecte heliumdichte connector aan het coldend, en een keer door een slechte voedingskabel in de tekescoop, gerepareerd moest worden, kwam het 6 cm systeem pas in de tweede helft van april goed op gang. Deze 6 cm waarnemingen werden vaak onderbroken voor het uittesten van het DCB.

Nadat we er vertrouwen in hadden dat de vier operationele gekoelde frontends de 6 cm periode konden uitdienen, werd het reserve frontend alvast ten behoeve van de VLBI periode in juni in RT 0 gezet om het nog binnen het totale systeem aan de tand te kunnen voelen. De systeemtemperatuur was echter wat te hoog en de stabiliteit niet zo best, zodat we dit frontend tegen het beste (RT C) moesten omwisselen.

Voor de VLBI was eerst het hele 6 cm systeem nog beschikbaar, doch werd stap voor stap beperkt ten behoeve van de ombouw naar de 21 cm periode vanaf half juni.

Om het verder uittesten van het DCB systeem ook op 21 cm mogelijk te maken moesten voorzieningen aan de 21 cm frontends getroffen worden tijdens de ombouwperiode. Wel moesten steeds bij het omschakelen tussen het DLB en DCB systeem een 8-tal kabels omgezet worden.

Het is nu heel duidelijk dat de 1,5 GHz FET-versterkers in de cryogene frontends veel betrouwbaarder en stabieler zijn dan de eerder toegepaste upconverter/6 cm paramp-combinatie. De ruistemperaturen van de gekoelde 21 cm frontends liggen tussen 32 en 41 K. Er is nog een onderzoek gaande om de ruisbronstap en de ruisbrontemperatuurmetingen van het laboratorium en die in de telescoop beter met elkaar in overeenstemming te brengen.

Tijdens heet en windstil zomerweer (tot 35°C) vielen soms twee van de vier cryogene frontends uit. Later bleek dat dit te wijten was aan slechte soldeerverbindingen in het stroomcircuit van de Peltierkoeler, zodat het maximale koelvermogen dan niet gehaald kon worden. Omdat er nu ook op de focusboxen van de vaste telescopen reflecterende verf is aangebracht hebben de ongekoelde frontends deze zomer in het geheel geen temperatuurproblemen gehad.

In de 21 cm periode hadden we zó vaak last van radarstoring in onze band dat we een klacht bij de Radio Controle Dienst gedeponeerd hebben. Dit heeft geleid tot een gemeenschappelijk tweedaags onderzoek met behulp van een meetontvanger welke in de TV toren van Smilde stond opgesteld. Hiermee lukte het de RCD onze klacht te verifiëren. De tijdsintervallen waarbij radarstoring in onze band is geconstateerd is zoveel mogelijk opgetekend en aan de RCD ter hand gesteld.

In het vierde kwartaal is het ontvangersysteem in 9 verschillende -soms parallelle- modi opgetuigd, kortstondig in bedrijf gehouden en weer afgebroken.

Voor een flexibele bedrijfsvoering is het centrale LO-systeem hiervoor niet voldoende en moesten de reservecomponenten in een provisorische opstelling opgebouwd worden.

Het sluitstuk van het jaar was de ingebruikstelling van de nieuwe serie 92 cm frontends. Na een globale korte test van enkele dagen moesten zij reeds zoveel mogelijk worden ingezet in een 92 cm VLBI-waarneemprogramma.

Het verder uittesten was tegen de jaarwisseling nog in volle gang. De storingen in de 327 MHz waarneemband lijken mee te vallen. Door alle waarnemingen zoveel mogelijk in de DLB-lijnmode te doen hopen we een goede grip op het storingsbeeld te krijgen.

2.1.4. Mechanische/elektrische systeem.

Tijdens de winterstormen in het begin van het jaar werden in diverse telescopen spelingen geconstateerd, zich uitend in meldingen op de monitorapparatuur of door directe waarneming van slingeren in het aandrijfsysteem.

Naar aanleiding hiervan is een uitvoerig onderzoek gedaan naar deze speling waarbij soms afwijkingen van meer dan 20 milligraden hoekverdraaiing van de kwadranten geconstateerd werden. Verder onderzoek bracht aan het licht dat de gevonden spelingen vooral te wijten zijn aan slijtage van de zijtandwielen, welke direct de vertanding van de kwadranten aandrijven.

Een te betalen oplossing zou kunnen zijn om bij niet te hoge windsnelheden het middentandwiel naar het kwadrant te drukken. Hierdoor wordt het linkerzijtandwiel het drijvende wiel, terwijl het rechterzijtandwiel remmend werkt, waardoor speling in deze tandwielen wordt weggedrukt. Een voorlopig ontwerp van deze aandrukinrichting is gereed en zal in de loop van 1984 gemaakt worden, waarna montage op één van de telescopen zal plaatsvinden ter beproeving.

Ter voorbereiding op de vernieuwing van het oude aandrijfsysteem op de telescopen werd een te leen verkregen stappenmotor met een elektrische aandrijfunit aan een uitvoerige beproeving onderworpen. Een proefopstelling, bestaande uit een schijfankermotor met permanente magneten en een tandriemoverbrenging, werd in Dwingeloo gebouwd. Hiermede was het mogelijk de stappenmotor uitvoerig te testen op aanloopeigenschappen onder het gespecificeerde koppel van 10 Nm. Het aanlopen bij de volgsnelheid bleek goed mogelijk, doch bij de instelsnelheid bleek het niet mogelijk de elektronica zodanig in te stellen dat een aanloopkoppel van 10 Nm overwonnen kan worden. Het bedrijven van de stappenmotor ging met veel lawaai gepaard, doordat de oneenparigheidsgraad van de beweging van de motor binnen de gehoorgrens ligt.

Om deze redenen is besloten naar andere mogelijkheden te zoeken. Deze werden gevonden in de combinatie van een 8-polige reluctantie synchroonmotor met een frequentieregelaar. Op ons verzoek werd geheel vrijblijvend door een fabrikant een dergelijke combinatie samengesteld en beproefd op de door ons opgegeven specificaties. Het rendement van de combinatie bleek uitstekend. Een opgenomen vermogen van 320 W tijdens de volgsnelheid. Dit in vergelijking met 1620 W voor de huidige Wezeman apparatuur tezamen met het opgenomen vermogen door de koppeling en de schakelrelais in de Heemaf kast. Een besparing in opgenomen elektrisch vermogen van ruim 18 kW voor alle telescopen tesamen blijkt dus mogelijk. In 1984 hopen we een vaste telescoop met deze combinatie uit te

rusten om in de praktijk te bekijken hoe deze aandrijving zich houdt.

Het schilderwerk aan de telescopen werd dit jaar geheel beëindigd. Een uitgebreide controle tesamen met de inspectiedienst van de verfleverancier bracht verschillende onvolkomenheden van de vorige jaren aan het licht. Deze werden dit jaar allen opnieuw behandeld.

Zoals ook bij enkele andere telescopen is gebeurd, werden dit jaar de uurhoekkwadranten van twee telescopen behandeld. Door slijtage van de geleiderollen en de zijkant van de tandheugel was het aandrijfsysteem dermate in axiale richting verschoven, dat de goede werking van deze telescopen werd bedreigd. Door de zijkant van de tandheugel af te slijpen en daarna overmaatse geleidingsrollen te monteren, werd het aandrijfsysteem weer op oorspronkelijke hoogte gebracht.

2.1.5. Popularisering.

De radiosterrenwacht Westerbork trekt ieder jaar meer bezoekers. Onze zomerexcursies, welke door de Volkssterrenwacht Drenthe verzorgd worden, zijn daarom uitgebreid tot een periode van twee maanden; in het hoogseizoen zelfs twee dagen in de week.

Het "open huis", dat we jaarlijks op de Nationale Sterrenkijkdag samen met de Volkssterrenwacht Drenthe organiseren, mocht zich weer in een grote belangstelling verheugen.

Tenslotte werden aan groepen die daarvoor in aanmerking kwamen gedurende het gehele jaar excursies gegeven.

Tabel 1A. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1983.

Datum		Basislijn	Ontvangertype
Begin	Eind		
1 jan.	- 7 jan.	72 m	50 DLB
7 jan.	- 12 jan.	90 m	50 DLB
12 jan.	- 19 jan.	36 m	50 DLB
19 jan.	- 22 feb.	54 m	50 DLB
22 feb.	- 18 mrt.	72 m	50 DLB
18 mrt.	- 31 mrt.	72 m	18 DLB (VLBI met "tied array")
1 apr.	- 11 mei	72 m	6 DLB
11 mei	- 16 mei	36 m	6 DLB
16 mei	- 6 jun.	72 m	6 DLB
6 jun.	- 16 jun.	72 m	6 DLB (VLBI met alleen telescoop 0).
16 jun.	- 6 jul.	72 m	21 DLB
6 jul.	- 15 aug.	36 m	21 DLB/DCB
15 aug.	- 2 sep.	54 m	21 DLB/DCB
2 sep.	- 14 sep.	90 m	21 DLB/DCB
14 sep.	- 16 okt.	72 m	21 DLB/DCB
16 okt.	- 26 okt.	72 m	18 DLB (VLBI met telescoop 0, C in "tied array"
26 okt.	- 31 okt.	72 m	92 DLB (alleen met telescopen 5,6,7,8)
31 okt.	- 7 nov.	36 m	21 DLB/DCB
7 nov.	- 16 nov.	72 m	21 DLB/DCB
16 nov.	- 28 nov.	72 m	50 DLB (6 dagen VLBI met telescopen 0 t/m 9 en B)
28 nov.	- 6 dec.	72 m	6 DLB (7 dagen VLBI met telescopen 8,A,B,C,D)
6 dec.	- 31 dec.	72 m	92 DLB (4 dagen VLBI met telescopen 3 t/m 9, B,D)

Tabel IB. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1983.

Datum		Waarneemstops
Begin	Eind	
10 jan.	- 14 jan.	Onderhoud
7 feb.	- 9 feb.	Zonnemetingen 50 cm
9 feb.	- 14 feb.	Onderhoud, testen 18 en 92 cm
8 mrt.	- 11 mrt.	Zonnemetingen 50/6 cm
14 mrt.	- 20 mrt.	Onderhoud, testen 18 cm, testen DCB
5 apr.	- 7 apr.	Testen DCB
25 apr.	- 29 apr.	Onderhoud, systeemtesten
2 mei	- 4 mei	Testen DCB
10 mei	- 11 mei	Testen DCB
16 mei	- 18 mei	Testen DCB
24 mei	- 25 mei	Testen DCB
31 mei	- 3 jun.	Ombouw naar 21 cm
9 aug.	- 11 aug.	Testen DCB
22 aug.	- 26 aug.	Onderhoud, systeemtesten
30 aug.	- 31 aug.	Testen DCB
27 sep.	- 28 sep.	Systeemtesten
4 okt.	- 5 okt.	Testen DCB
25 okt.	- 31 okt.	Ontwikkeling, onderhoud
15 nov.	- 16 nov.	Testen DCB
17 nov.	- 18 nov.	Onderhoud, ombouw naar 50 cm
1 dec.	- 2 dec.	Ombouw naar 92 cm
5 dec.	- 8 dec.	Onderhoud, systeemtesten, ombouw naar 92 cm
12 dec.	- 17 dec.	Onderhoud, systeemtesten
20 dec.	- 21 dec.	Testen 92 cm
23 dec.	- 25 dec.	Testen 92 cm
27 dec.	- 29 dec.	Testen 92 cm

Tabel IC. OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1983.

Totaalcijfers:

6 cm DLB	:	60 dagen
6 cm VLBI	:	7 dagen
18 cm VLBI	:	23 dagen
21 cm DLB/DCB	:	128 dagen
50 cm DLB	:	63 dagen
50 cm VLBI	:	6 dagen
92 cm DLB	:	8 dagen
92 cm VLBI	:	4 dagen
Geen waarnemingen	:	66 dagen

Er vonden 35 systeemomschakelingen plaats, waarvan
10 ten behoeve van een andere waarneemfrequentie, en
12 ten behoeve van VLBI ("tied array" of "stand alone")
4 ten behoeve van zonnesysteem
9 ten behoeve van DCB testen.

Er vonden 3 verwisselingen van frontendserie plaats.

TABEL II. TELESCOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN.

	6cm DLB	18cm DLB	21cm DLB/ DCB	49cm DLB	92cm DLB	50/6 zon	om-bouw	instru-menteel	1983	1982	1981	1980	1979	1978
a. 12-uurs synthese: cont.	19	-	10	20	36	-			12	17	8	8	9	19
: lijn	7	-	20	-	-	-			9	13	11	6	16	-
b. <12-uurs waarneming : cont.	20	85	8	37	24	40			20	13	18	14	9	15
: lijn	7	-	16	-	-	-			8	8	4	2	5	-
c. Calibratie	22	5	26	21	20	13		9	21	24	22	35	25	26
d. Onderhoud, systeemtests	16	7	12	13	4	47	30	28	15	16	18	17	17	15
e. Ontwikkeling, software	6	3	6	6	6	-	70	60	13	5	12	7	6	13
f. Storing, weer, stilstand	3	-	2	3	10	-		3	2	4	7	11	12	12
Jaartotaal 1983	18	6	39	20	3	1	1	12	100					
Netto rendement (a+b)	53	85	54	57	60	40	-	9	49	51	41	30	41	34
Bruto rendement (a+b+c)	75	90	80	78	80	53	-	9	70	75	63	65	66	60

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1983.

6 cm continuum.

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
515	Long term radio variability of Seyferts	De Bruyn	43
517	SNR in NGC 4449	De Bruyn, Goss, Van Woerden	24
528	Extended sources in Abell clusters	Giovannini,Feretti, Gregorini,Padrielli, Parma	12
529	Quality Monitoring test	Raimond	12
627	SN in NGC 4321	De Bruyn,Allen,Goss	25
633	NGC 2403	Israel,v.d.Hulst	24
635	Circular polarization	De Pater, R&C Fanti, Weiler	13
699	Variations in 6 cm flux of stars loosing mass	Waters,v.d.Oord, Lamers	49
761	Star formation and chemical evolution in late type galaxies	Viallefond, Leguieux	12
766	4C60.05	Erickson	18
771	NGC 4258	v.d.Hulst	7
773	RS CVn stars	Neff	26
777	Ultra-active extragalactic objects	De Bruyn,Schilizzi	194
			459
6 cm lijn.			
682	H_2CO towards OH sources	Goss,Gardner	37
774	Recombination lines of galactic sources	Roelfsema, Goss	144
			181
6 cm VLBI.			
-	VLBI observations as part of the European and/or Global Network		202
18 cm VLBI.			
-	VLBI observations as part of the European and/or Global Network.		227

21 cm continuum.			
529	Quality monitoring test	Raimond	15
581	Hercules 1, deep survey	M.Oort,Windhorst, Katgert	80
635	Circular polarization	De Pater,R&C Fanti, Weiler	48
689	Highly polarized SNR DA530	Braun,Strom,v.d.Laan	79
742	RS CVn star HD 143631	Harten,Brinkman	8
754	P Cygni	Baars,Wendker	36
765	SO Galaxy with jet 1545+35	Hanisch,Neff	12
777	DA193	De Bruyn	7
781	Halo structure of VirA	De Waard,Foster, Miley, Schilizzi	12
787	NGC 4278	Schilizzi, R&C Fanti, Ulrich	14
788	GHz peaked-spectrum sources	Spoelstra,Gopal-Krishnan	19
789	Extended structure around kpc scale radio cores	De Waard,Miley, Schilizzi,De Bruyn, v.d.Laan, v.Breugel	36
806	0448 + 514	Jägers,Oort,Miley, v.d. Laan	12
808	Algol	Kuijpers,v.d.Hulst, Allaart, White	15
827	AM Hercules	v.d.Woerd,Heise	4
840	IRAS objects	De Grijp,Miley, De Bruyn	27
			424
21 cm lijn.			
583	HI towards planetary nebulae	Gathier,Goss,Pottash	71
594	HI near NGC 4472	Sancisi,Thonnard	24
625	HI in Virgo cluster of galaxies	Warmels,v.Woerden, Shostak	14
635	Low redshift absorption in 3C84	v.d.Hulst,Crane, Haschick,v.Gorkom	12
677	HI in NGC 4344	v.Driel,Warmels, v.Woerden,Giovanardi	7
680	HI in N1569	Israel,v.Driel	24
683	HI in spiral galaxies with ring structures	Bosma	39
719	HI in M33	v.d.Hulst,Deul,Burton Kennicutt,Israel	51
722	Search for HI shells within SNR's	Braun,Strom,v.d.Laan	176

737	C^+ in W3	Roelfsema, Goss	12
739	Spin orientations of galaxies	Oosterloo,v.Albada, Sancisi,Shostak	224
740	HI in low luminosity galaxies	Bosma,Kormendy	24
746	Trunk shaped HI condensation	Kalberla,Mebold, Goerigk	68
750	SO galaxies with polar rings	Sancisi,Schechter	12
751	3C58 HI absorption	Albinson,Goss,Schwarz Kalberla	40
782	HI in NGC 5170	v.d.Kruit,Freeman	7
783	HI in massive galaxy NGC 5635	Sancisi,Mirabel	28
785	HI in early type galaxies in groups	Shane,Krumm,v.d.Burg	22
791	High dynamic range observations of HI absorption towards 3C147	Albinson, De Bruyn	25
792	HI in M51	Allen	27
793	HI in superthin galaxies	Garignan,v.d.Kruit	20
794	HI in the Magellanic type spiral IC 2574	Garignan,v.Woerden	22
795	Intergalactic cloud in LEO	v.d.Hulst,De Bruyn, v.d.Laan	56
796	HI in NGC 3079	Sancisi, De Bruyn	25
797	HI in NGC 3773	v.Driel,Krumm,v. Woerden	5
798	HI in pure disk galaxies	Garignan,v.Albada, Sancisi	40
800	HI in the SW cloud between M81 and NGC 2976	v.d.Hulst,Appleton, Gottesman	26
801	HI in red cluster galaxies	v.d.Hulst,Kennicutt	12
802	HI in NGC 5383	Bosma,Athanassoula	60
803	HI in low surface brightness disk galaxies	v.d.Hulst,Bosma, Athanassoula	70
807	HI absorption towards BG 2107+49	Albinson, Higgs, Vallée	18
			1261

50 cm continuum.

185	Low luminosity radio-galaxies	Parma,Fanti,Ekers	36
445	Pulsar SNR association	Goss,Roberts,Morris	14
515	Low frequency flux density of Mkn 348 and 3C120	De Bruyn,Neff, Schilizzi	2
520	Quality Monitoring test	Raimond	12

581	Fields with multicolor galaxy counts	Windhorst,Oppe	24
583	Planetary nebulae	Gathier,Goss,Pottasch	17
614	Low frequency variability	Miley, R&C Fanti	18
627	Young extragalactic SNR's	De Bruyn,Allen,Goss	48
635	Circular polarization	De Pater,R&C Fanti, Weiler	26
660	Flat spectrum S5 sources	Strom,Biermann, Stritmatter	79
687	SNR-DA445	Goss,Velusamy	12
697	Search for fast pulsars	Goss,Albinson,Purvis, Morris	40
698	Extended SNR's	Braun,Strom,v.d.Laan	24
707	Crab nebula and CasA	Strom,Noordam, De Bruyn, Goss	23
719	HII regions in M33	v.d.Hulst,Kennicutt	56
729	Coma A (3C277.3)	Hanisch,Strom,Jaffe Erickson	14
753	Flare stars	Kuijpers,Neff	41
756	Galactic wakes in rich clusters	Hanisch,Roland, Erickson	12
757	Steep spectrum sources	Roland,Hanisch	6
758	Large quasar structures	Neff	8
759	Edge-on galaxies	v.d.Hulst,Hummel, Young	24
762	Radio halos and disks of galaxies	Sancisi,Longo,Allen, v.d.Hulst	105
763	Radio halos of N4565 and N5907	Sancisi,Hummel,v.d. Hulst, Ekers	24
767	3C318.1	Miley,Fomalont, Feigelson,Canizares	5
768	IRAS active galaxies	De Waard,De Bruyn, Miley	24
769	Redshifted HI/OH absorption	De Waard,Strom,Miley	38
770	M51	v.d.Hulst,Kennicutt, Crane	24
771	Galaxy survey	v.d.Hulst,Israel	62
772	Polarization of 3CR sources	Strom,Conway	44
773	RS CVn stars	Neff	55
			917

50 cm VLBI.

-	VLBI observations as part of the European and/or Global Network.	134

92 cm VLBI.	
- VLBI observations as part of the European and/or Global Network.	65

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKE GEGEVENS BETREFFENDE HET TELESCOOPBEDRIJF.

Onderwerp	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Aantal projekten	100	110	89	104	107	96
Totaal aantal waarnemingen	4000	4200	5500	6000	5500	7500
aantal 12-uurs synthese	135	179	97	133	213	150
Telescoop rendement netto %	34	41	30	41	51	49
bruto %	60	66	65	63	75	70
Percentage herhalingsmetingen	5	9	5	-	-	-
" onbruikbare 12 uurs equivalenten	-	-	-	11	3	6
Aantal systeem omschakelingen	13	6	26	20	12	33
Aantal wisselingen frontendserie	4	2	6	3	2	3
Aantal individuele frontendvervangingen	34	37	55	60	44	83
Aantal keren verrijden	15	14	19	20	16	12

Percentage herhalingsmetingen: onbruikbaar van netto rendementspercentage en daadwerkelijk overgemeten.
Percentage onbruikbare 12 uurs equivalenten: onbruikbaar van bruto rendementspercentage.

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

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Instrumenteel	-	2	4	4	1	1
Zonnestelsel	5	2	11	6	-	-
Galactisch	21	21	28	32	35	28
Nabije stelsels	24	26	18	26	5	33
Extra-galactisch	50	49	39	32	59	38

Fig. 2.1.1. OVERZICHT TELESCOOPGEBRUIK PER MAAND IN 1983.

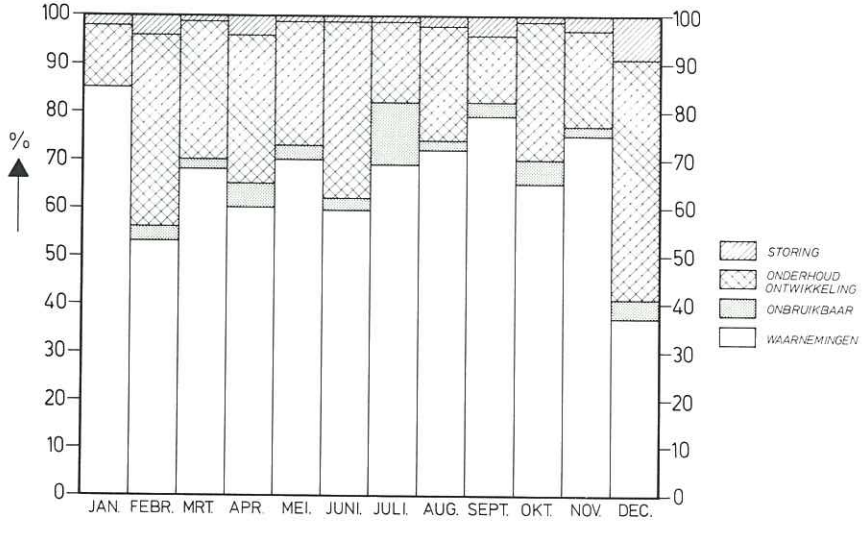
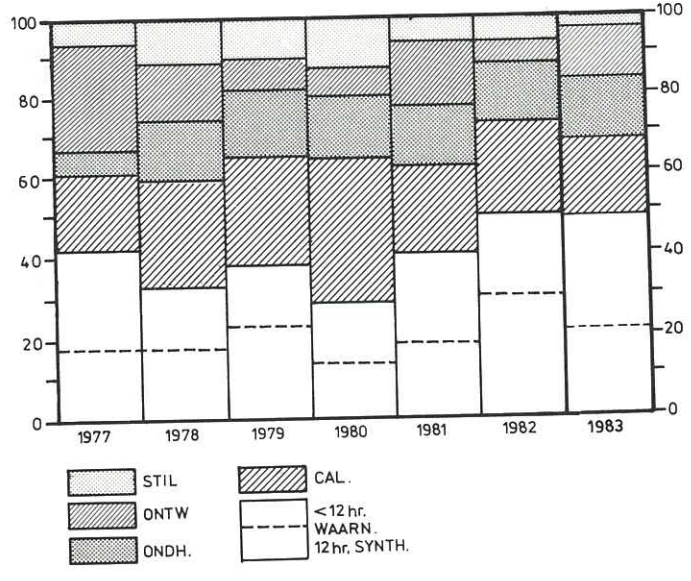


Fig. 2.1.2. OVERZICHT TELESCOOPPGEBRUIK OVER TOTALE TIJD.

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.

2.2.1. Samenvatting.

In de loop van 1983 is een aantal belangrijke besluiten genomen over het waarneemwerk te Dwingeloo.

In de eerste plaats bleek in het Sterrekundig Instituut te Utrecht geen vraag meer naar systematische waarneming van de zon met speciaal daarvoor beschikbare instrumenten. In overleg met de Zoncommissie is daarom besloten deze waarnemingen per 1 januari 1984 te beëindigen. Hiermee werd een systematische waarneming van de spectra van radiovlammen na 15 jaar (1,5 zonnecyclus) beëindigd. In die periode zijn de fijnstructuren van die spectra, in een aantal stappen, tussen 160 MHz en 880 MHz (de onderste lagen van de corona) verkend en beschreven. Een groot aantal nieuwe structuren werd ontdekt en enkele bekende structuren nauwkeuriger gemeten. Daarmee is een zodanige basis gelegd voor fysische interpretatie, dat nieuw inzicht is verkregen in een aantal plasmafysische en magnetohydrodynamische processen in en rond de brongebieden van zonnevlammen en is tevens unieke informatie verkregen over magnetische veldsterkten, plasma-dichtheden, temperaturen en stralingsmechanismen in de brongebieden. Tevens kwam met dit besluit een lange traditie van samenwerking en gegevensuitwisseling met vele andere observatoria en World Data Centers ten einde.

Toenemende druk op de middelen en belasting van het personeel van de SRZM, en de door beëindiging van de zonnewaarnemingen noodzakelijke reorganisatie, leidden tot het besluit dat de SRZM met minimale inspanning de 25 m telescoop gereed zal houden voor waarnemingen en een aantal controles op de werking zal uitvoeren voor astronomen, mits die (anders dan voorheen) zelf hun waarnemingen komen uitvoeren en uitwerken. Deze gebruikers staat daartoe de nodige programmatuur ter beschikking, in het bijzonder ook programma's om een reeks van waarnemingen over langere tijd (bijv. een week) te definiëren en in schema te zetten en om het gemaakte waarneemschema op fouten te toetsen. Met deze werkwijze zijn sedert oktober reeds goede ervaringen opgedaan. De tijd die een astronoom te Dwingeloo moet doorbrengen is, afhankelijk van de opzet van zijn programma, ca. een dag per week voor evaluatie van de verrichte registraties, discussie over de toestand van het instrument en het maken en invoeren van het volgende waarneemschema.

Alvorens te besluiten over het toekomstige teleskoopbedrijf is nagegaan welke behoefte er aan bestaat. Na uitvoerige discussie bleek voor nog zeker 4 à 8 jaar belangrijk astronomisch onderzoek te voorzien voor deze telescoop met de huidige, zeer gevoelige en stabiele, ontvangers. Een belangrijk deel daarvan wordt gevormd door uit IRAS-resultaten voortkomend vervolg onderzoek op 18 cm golflengte. Om de nieuwe opzet van het telescoopbedrijf te doen

slagen is het echter wel nodig de waarneemtijd aanvragen zo vroeg mogelijk te ontvangen.

Het gebruik van de telescooptijd week in hoofdlijnen niet af van dat van vorige jaren (zie fig. 2.2.), zij het dat VLBI-metingen niet meer voorkwamen. Het tijdsbeslag van bedrijfsstoringen en reparaties was bevredigend (10%) vooral als men in aanmerking neemt dat niet 's avonds en in weekeinden wordt gerepareerd. Overigens hing een derde deel hiervan samen met defecten aan de "link" (de verbinding van stuurcomputer en telescoop). Voor astronomische waarnemingen (inclusief calibraties en astronomische systeemtests) was dus bijna 90% van de tijd beschikbaar.

In 1983 werden 11 programma's uitgevoerd. Gemiddeld over de laatste 9 jaar (d.w.z. na de modernisering van 1973/1974) werd 90% van de tijd besteed aan 6 lange, "survey", programma's en 10% aan 46 korte (enkele uren tot weken) programma's. De Dwingeloo telescoop is dus vooral een survey instrument en de continuiteit van zijn gebruik hangt daarom direct samen met de concrete vraag naar zulke programma's.

2.2.2. Waarnemingen.

Zon.

Vrijwel elke dag werd de zon waargenomen met de 7,5 m Würzburg-west telescoop voor de dm-spectrograaf. De 3,5 m telescoop was voorzien van een vlakke cassegrainspiegel met de antenne van de 4-8 GHz-spectrograaf in het cassegrain focus en de hoorn van de 11 cm flux ontvanger in het primaire focus. Deze opstelling was een noodoplossing en had voor de spectrograaf het nadeel van een zeer slecht bundelrendement en dus geringe gevoeligheid voor de zon en grote ontvankelijkheid voor externe storingen. Interpretatie van de resultaten vereist daarom extra zorgvuldigheid!

De waarnemingen werden als gebruikelijk gepubliceerd in de Solar-Geophysical Data (N.O.A.A., Boulder, USA). De met ons samenwerkende observatoria, World Data Centers en het National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) werden op de hoogte gebracht van het beëindigen van de zonnewaarnemingen per 1 januari 1984, onder dankzegging voor de goede samenwerking gedurende zoveel jaren.

21 cm lijn.

D228, "survey" van hoge-snelheidswolken in HI (Hulsbosch), werd geheel afgerond, tevens werd een "pilot"-programma uitgevoerd van D784, HI-emissie in "galaxy voids" (Hulsbosch, Brosch). Uitvoering van DX20, verificatie van NRAO-spectra (Burton) leidde tot D836, "confirmation of Heiles supershell phenomenon" (Te Lintel Hekkert, Verschoor, Burton), dat nog loopt.

18 cm lijn.

De volgende programma's werden uitgevoerd: D727, Mira-variabelen en IR sterren (Wiertz, Slootmaker, Habing), D775, OH-masersterren in open clusters (Willems, De Jong), D776, id. simultaan met IR te UKIRT (Willems, De Jong), DX16, OH-masers simultaan met UKIRT (Herman), DX17, M33 (Herman, Israel), DX18, verificatie emissie vleugels van OH 17,7-2,0 (Norris, Herman), DX19, Mira-variabelen (Slootmaker, Habing), DX21, lichtkrommen van OH-masers (Burger, Rhee, Herman).

Systeemtests.

De richtnauwkeurigheid van de 25 m telescoop werd bepaald op beter dan 0,5 bgmin voor elevaties tussen 15° en 75° en beter dan 1 bgmin voor elevaties tussen 10° en 15° en toenemend slechter buiten deze grenzen.

2.2.3. Telescopen.

De telescopen hebben in het algemeen goed gefunctioneerd. De kleine reparaties waren vrijwel alleen nodig wegens normale slijtage van onderdelen.

De Würzburg-oost telescoop is niet voor waarnemingen gebruikt.

2.2.4. Ontvangersystemen.

De voor Dwingeloo beschikbare ontvangersystemen en hun specificaties zijn in Appendix D genoemd.

De gekoelde-FET ontvangers op 21 cm resp. 18 cm golflengte bleken zeer stabiel en betrouwbaar te zijn. Hun systeemtemperatuur is, enigszins afhankelijk van de frequentie en de buitentemperatuur, voor beide 36 ± 2 K.

De correlator-spectrometer en de cryogene apparatuur voldeden goed. Slechts enkele reparaties t.g.v. normale slijtage bleken nodig.

De "link" gaf wat meer problemen, in het bijzonder de optocouplers bleken een zwakke schakel te zijn.

De zonontvangers zijn tot het eind van het jaar zonder problemen in bedrijf geweest, behalve de 3 cm flux-ontvanger die vanaf april defect was. De 4-8 GHz spectrograaf is in de cassegrain opstelling in de 3,5 m telescoop uitvoerig onderzocht.

2.2.5. Computersysteem.

De apparatuur werkte goed. De ontwikkeling van programmatuur werd in het begin van het jaar afgerond, zodat de inspanningen tot onderhoud beperkt bleven.

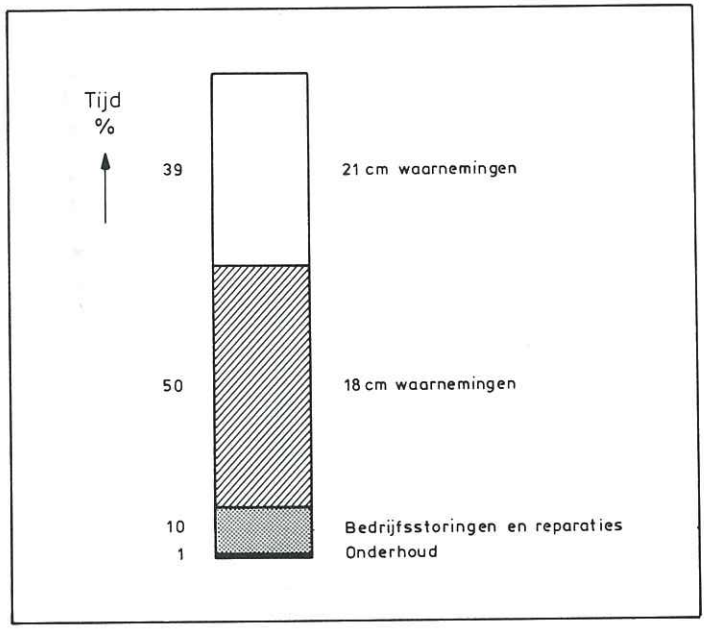


Fig. 2.2.1.
Gebruik van de tijd van de 25 m telescoop te Dwingeloo in 1983.

2.3. Computergroep.

2.3.1. Algemeen.

Het in gebruik nemen van een nieuwe correlator (het DCB) en een nieuwe waarneemfrequentie (327 MHz) in Westerbork en het aannemen en voorbereiden van twee grote projecten binnen de samenwerking met onze Britse collegae (instrument software voor Taurus en gegevens archivering voor La Palma) hebben sterke invloed gehad op het werk van de computergroep. Het algemeen analyse systeem (DWARF) heeft nog vrij ingrijpende wijzigingen ondergaan, maar is nu redelijk geschikt voor gebruik. Voor het schrijven of uit andere systemen overnemen van applicatie programma's ontbreekt de mankracht. Dit gebrek aan mankracht zal zich de komende twee of drie jaar zeer sterk doen voelen. Het zal zelfs zeer moeilijk zijn om de voor de WSRT metingen noodzakelijke programmatuur binnen redelijke tijd te ontwikkelen. Een verantwoording van de besteding van de beschikbare mankracht over de verschillende projecten en activiteiten is in paragraaf 2.3.10 gegeven.

De enige hardware uitbreiding van betekenis is de toevoeging van een nieuwe schijfeenheid (120 Mbyte) aan het on-line systeem in Westerbork. Wel is dit jaar besloten tot de vervanging (in 1984) van de PDP11/70 door een VAX 11/750. Hierdoor zal al onze gegevens verwerkingsprogrammatuur op het zelfde type machine draaien, zodat de belasting beter kan worden verdeeld. Ook wordt verbinding van beide machines met elkaar en met de buitenwereld gemakkelijker en goedkoper te realiseren.

Een nieuw tekstverwerkingspakket met veel meer mogelijkheden en zonder de irritante moeilijkheden van het vorige is aangeschaft. Aangezien hiermee nu ook Griekse en mathematische symbolen kunnen worden behandeld is ook een nieuwe 'letter-quality' printer gekocht.

Noordam is in april naar Engeland vertrokken om bij het Royal Greenwich Observatory te werken aan de instrument programmatuur van de Taurus spectrograaf. De laatste vijf maanden van het jaar heeft Dr. Donald Fraser, een computer scientist van CSIRO in Canberra, Australië bij ons gewerkt. Zijn verblijf is zowel voor hem als voor ons zeer vruchtbaar geweest.

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

a. Real-time programma's

In het bestaande besturings- en gegevensverwerkings systeem, ontworpen voor gebruik met het DLB (digitaal lijn backend) zijn een groot aantal wijzigingen en verfijningen aangebracht.

Sinds begin 1983 wordt Universal Time in plaats van sterretijd als basis voor de metingen gebruikt. Dit was nodig vanwege de modernere en nauwkeurigere klokken (rubidium standaard en waterstof maser) die voor VLBI onontbeerlijk en voor de gewone WSRT metingen wenselijk zijn.

De Van Vleck correctie en de tijd-naar-frequentie Fourier transformatie wordt nu eens per 10 seconden in plaats van eens per integratietijd (20 tot 120 seconden) uitgevoerd. Hierdoor werd het mogelijk een 90° faseschakeling in de verwerking toe te passen, die het kunstmatig verschijnen van spiegelbeeld bronnen in de kaarten een orde van grootte minder hinderlijk maakt. Om andere redenen is de frequentie van de communicatie met het telescoop besturingssysteem verhoogd van eens per 20 sec naar eens per 10 seconden. Ook is het real-time systeem veel robuuster gemaakt: er is nu vrijwel geen enkele externe fout denkbaar die niet een correct afmaken van de lopende meting en een automatische herstart tot gevolg heeft.

Het systeem is aangepast voor het doen van waarnemingen op 92 cm (327 MHz). In het real-time gedeelte van de programmatuur zijn deze aanpassingen voorlopig vrij gering.

Het in gebruik nemen van het Digitaal Continuum Backend (DCB) met een nieuw vertragingslijn systeem, een groter aantal middenfrequent kanalen (redundante zo wel als standard interferometers), communicatie met een voor het DCB eigen processor, etc. heeft vele wijzigingen in het systeem nodig gemaakt. Van de gelegenheid is gebruik gemaakt om ook enkele programma's die waren geschreven in de tijd dat slechts relatief kleine hoeveelheden computergeheugen konden worden gebruikt, volledig te herzien en aan te passen aan de modernere situatie.

De VLBI Mark III software is volledig geïntegreerd en is tegen het eind van het jaar ook met succes gebruikt.

b. Off-line programma's

De ontwikkeling van off-line programma's is voornamelijk geconcentreerd geweest op twee gebieden: het DCB en het verbeteren van de mogelijkheden tot inspectie en controle van meet- en monitorgegevens.

Voor het werken met het DCB moesten ingrijpende wijzigingen worden aangebracht in de programma's waarmee meting parameters en systeem parameters worden ingevoerd, maar ook in de programma's die de uitvoer tape schrijven en controleren. Aangezien we nu te maken hebben met een aanzienlijk groter aantal interferometers dan voorheen moest de indeling van de magneetband grondig worden herzien. Ook moest een speciaal programma gemaakt worden om delay offsets te kunnen meten en reduceren. Voor het DLB konden deze offsets gemakkelijk worden bepaald uit de fasehelling over de band, voor het DCB is dit gegeven niet beschikbaar.

Het bepalen van instantane amplitude en phase correcties per telescoop-polarisatie kanaal met behulp van de zogenaamde redundante basislijnen is nu ook in Westerbork mogelijk. Op den duur wordt overwogen deze programmatuur in het real-time gedeelte te laten meelopen. Vooreerst moet echter enige ervaring worden opgedaan. Het is reeds enige tijd duidelijk dat de aldus bepaalde correcties en de verderop in het reductie proces toe te passen zelfcalibratie van essentieel belang zijn voor het verkrijgen van metingen met zeer hoge kwaliteit uit de WSRT.

Veel werk is geïnvesteerd in het standaardiseren van de structuren van files met meetgegevens en met monitorgegevens. Door deze standaardisatie is het mogelijk geworden om met een redelijk beperkt aantal programma's zeer verschillende soorten gegevens zichtbaar te maken of met elkaar te correleren. Het (semi-) automatisch controleren van de gegevens wordt daardoor ook mogelijk. Nu de gemiddelde gegevensstroom uit de WSRT steeds toeneemt (een factor 8 voor continuum metingen met het DCB, een factor 16 voor continuum metingen op 92 cm en straks een factor tussen 2 en 16 met het DXB) is dit een absolute noodzakelijkheid om het hoofd boven water te houden.

2.3.3. Dwingeloo programmatuur.

a. Dwingeloo telescoop programmatuur (Lem)

De beslissing om de ondersteuning van de waarnemingen met de Dwingeloo telescoop drastisch te verminderen heeft tot gevolg gehad dat de werkzaamheden er vooral op zijn gericht eerder gestarte projecten af te maken of af te sluiten, de programmatuur zodanig te maken dat waarnemende astronomen ermee uit de voeten kunnen en de documentatie naar behoren te verzorgen. Echt nieuwe intiatieven zijn dit jaar dan ook niet genomen. In de loop van het jaar is de aan de Dwingeloo telescoop besteedde mankracht gedaald tot vrijwel nihil.

b. SRT reductie programmatuur (Van der Velde, Spoelstra met incidentele hulp van Harten, Van Diepen, Kombrink)

Het werk hier is bepaald door drie factoren: noodzaak van standaardisatie, de verandering van de indeling van de binnenkomende gegevens samenhangend met het gebruik van het DCB en de overgang van de PDP11 naar de VAX computer in het voorjaar van 1984.

Het nu gebruikte pakket reductie programma's is in de loop van vijf jaar door vijf verschillende programmeurs geschreven. Teneinde het toekomstig onderhoud te vergemakkelijken is een grondige herziening ondernomen. Deze investering zal in de komende tijd zijn rente zeker opbrengen.

De veranderde indeling van de magneetbanden waarop de gegevens van Westerbork naar Dwingeloo, maar ook van Dwingeloo naar de

universiteiten gaan, vereiste een wezenlijke aanpassing van de programma's. Vooral het feit dat de gegevens niet meer worden aangeduid met een zogenaamd setnummer, maar in plaats daarvan met een specificatie van frequentie- en polarisatiekanalen leidde tot fundamentele ingrepen. Tegen het eind van het jaar was dit werk vrijwel voltooid.

Aangezien verreweg het grootste deel van de programma's in FORTRAN is geschreven vergt de overgang naar een andere computer niet een al te grote inspanning. Alleen de grote programma's (LINEOBS en MAKECAL), die in de PDP11 een ingewikkelde overlay structuur hebben, moeten enige wijziging in structuur ondergaan.

c. Redundancy en zelf-calibratie (Noordam, Brouw, Hamaker)

Dit jaar is weinig tijd besteed aan nieuwe ontwikkelingen op dit gebied. Voordat Noordam in april wegging zijn nog wel enige verfijningen en verbeteringen aangebracht. In de loop van het jaar zijn nog enkele problemen met de programmatuur opgelost. Enkele andere zijn blijven bestaan.

Tegen het eind van het jaar zijn de meeste programma's uit het pakket overgebracht naar de VAX en zodanig veranderd dat althans de in- en uitvoer en de communicatie met de gebruiker via de DWARF (zie 2.3.3.d) interfaces gebeuren. Voor het geheel echter kan werken moeten ook gedeelten uit het voormalige KNEAD pakket worden overgebracht. Aan het eind van het verslagjaar was dit werk nog niet gereed. Als de programmatuur volledig op de VAX werkt, zal geleidelijk aan een reorganisatie worden begonnen teneinde enerzijds een aantal verbeteringen te realiseren en anderzijds alles volgens DWARF afspraken te programmeren.

Ondertussen is het, nu nog op de PDP11 werkende, pakket intensief gebruikt, in de eerste plaats door SRZM astronomen, maar ook door universitaire WSRT gebruikers. Het ziet er naar uit dat gebruik van de programmatuur vooral voor de 327 MHz waarnemingen in veel gevallen absoluut noodzakelijk is. Om operationele redenen is het dan ook zeer wenselijk deze programma's op een andere dan de 'productie'-computer te kunnen draaien.

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

Aan het DWARF systeem is dit jaar voortvarend verder gewerkt. Aan het basis systeem, dat reeds in het begin van 1983 werkte, zijn een groot aantal verbeteringen en uitbreidingen aangebracht. In de loop van het jaar heeft nog een vrij ingrijpende revisie plaats gevonden, nadat zowel door eigen mensen als door enkele bezoekers uit Australië ervaring met het systeem was opgedaan. Tegen het eind van het jaar werd voornamelijk nog gewerkt aan de

in- en uitvoer van zeer grote gegevensbestanden. Een programmeurs handleiding en een gebruikers handleiding zijn geschreven.

Helaas is het aantal applicatie programma's dat onder DWARF werkt nog relatief gering. De redundantie en zelf-calibratie programmatuur zal het eerste grote DWARF pakket zijn. Wel zijn een aantal kleinere utiliteitsprogramma's geschreven (combineren van kaarten, integratie van de flux over een gedeelte van een kaart, etc.) en werken de DeAnza display programma's onder DWARF. Onvoldoende mankracht doet zich hier sterk voelen op het ogenblik dat het erg wenselijk zou zijn om het DWARF systeem voor de astronomen aantrekkelijk te maken.

e. Diversen

In het voorjaar is nieuwe tekstverwerkingsprogrammatuur (MUSE) gekocht en op de VAX geïnstalleerd. Dit pakket heeft geen van de hinderlijke eigenschappen dat onze vorige tekstverwerker had. Enkele kleine foutjes zijn door de leverancier vlot verholpen. Ook is in het algemeen voortvarend gereageerd op door ons gesuggereerde verbeteringen. Met de nieuwe programmatuur kunnen ook Griekse en mathematische symbolen worden behandeld. De bemoeienissen van de computergroep met tekstverwerkingsprogrammatuur is nu zeer gering geworden.

2.3.4. Universitaire programmatuur (Harten, Akkerman, Lugtenborg, Weerstra)

Zowel in Leiden als Groningen is LINEMAP grondig gereorganiseerd. Dit was nodig om de DCB metingen met een groter aantal interferometer kanalen en geschreven op een magneetband met een vrij ingrijpend gewijzigde indeling aan te kunnen. Dit werk was tegen het eind van het jaar gereed.

2.3.5. Reductiegroep.

a. Calibratie en correctie van SRT metingen te Dwingeloo (Spoelstra, Drenth, Moorrees, Vosmeijer)

De reductie van de SRT meetgegevens is gedurende het gehele jaar zeer vlot verlopen. De achterstand is slechts dan boven de drie weken gegroeid, wanneer gewacht moest worden op gegevens over de ionosfeer van het KNMI. Ook in de zomervacantie is gedurende korte tijd enige achterstand opgelopen. Door soms de reductie en soms de andere gebruikers van de PDP11 's avonds en 's nachts te laten werken is een zeer redelijke 'symbiose' tot stand gekomen. Dit ondanks het soms zeer zware beslag dat het redundantie en zelf-calibratie werk op de machine heeft gelegd.

In december zijn de eerste 327 MHz metingen door de reductiegroep verwerkt. Zoals te verwachten was, doen zich daarbij nog wel enige moeilijkheden voor. De calibratie zal wat anders ingericht moeten worden. Op deze frequentie is ieder veld, en dus ook ieder calibratie-bron veld, vol met achtergrondsbronnen van aanzienlijke sterkte. Ook hebben we te maken met een hoog storingsniveau. Bij de polarisatie calibratie doen zich eveneens enkele speciale moeilijkheden voor.

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

De in het vorige verslagjaar beschreven ellende met magneetband eenheden in Leiden is begin dit jaar gelukkig gecorrigeerd. Zowel in Leiden als in Groningen is het maken van SRT kaarten met LINEMAP dan ook goed verlopen.

2.3.6. WSRT Newsletter. (Raimond)

De verschijningsfrequentie van de Newsletter heeft dit jaar enigszins te lijden gehad van de IRAS activiteiten. Het is enkele keren voorgekomen dat de informatie van twee maanden in één uitgave moest worden gecombineerd. Het nut van de nieuwsbrief, naast dat als intern logboek, is moeilijk te schatten door het volledig ontbreken van reacties van gebruikers.

2.3.7. Calibratie onderzoek. (Spoelstra)

Het onderzoek van inhomogeniteiten van de ionosfeer is dit jaar in samenwerking met H. Kelder (KNMI) voortgezet. Hiertoe is gebruik gemaakt van de WSRT 50 cm waarnemingen. De dit jaar verkregen systematische parameters en de klimatologie van 'medium scale travelling ionospheric disturbances' vertonen opvallende overeenkomst met de in 1982 verkregen resultaten. Wel zjn de inhomogeniteiten ongeveer 20 procent kleiner dan die in overeenkomstige perioden van het vorige jaar.

Een meer algemeen onderzoek naar de beste calibratie methoden zal in 1984 eerst goed op gang komen.

2.3.8. UK/NL werkzaamheden.

a. Remote Observing (Hamaker)

In het begin van het jaar is een drie-mans werkgroep (Hamaker, Parker, Raimond) een ontwerp studie voor het op grote afstand bedienen van de La Palma (en mogelijk ook de Mauna Kea) telescopen begonnen met het aan de instrument scientists voorleggen van een

vragenlijst betreffende de door hun instrument aan remote observing te stellen eisen. In de loop van het jaar is gebleken dat de meeste instrument schientists nog niet toe waren aan de extra complicaties van bediening vanaf grote afstand. In een rapport aan de Joint Steering Committee is dan ook tegen het eind van het jaar geconcludeerd, dat het op dit moment nog nauwelijks mogelijk was om een goed doortimmerd algemeen ontwerp voor afstandsbesturing te maken. Het lijkt zinniger op zeer pragmatische manier te beginnen en vooral aandacht te besteden aan de, waarschijnlijk veel realistischer, mogelijkheid om waarnemingen op La Palma en Mauna Kea te laten doen door de locale mensen, terwijl de waarnemende astronoom via een telefoon en misschien een terminal verbinding een zijdelingse rol speelt in de activiteiten. Met dit rapport is voorlopig een eind gekomen aan onze bemoeienissen met remote observing.

b. Taurus en Aspect instrument software (Noordam)

Met de Taurus Imaging Spectrograph wordt een drie-dimensionaal (twee hemel coördinaten en golflengte) beeld geproduceerd. Door de spleet van een gewone spectrograaf over de hemel te bewegen kan een vergelijkbaar 3-D beeld worden verkregen. Deze methode wordt ASPECT genoemd.

Sinds zijn verhuizing naar het Royal Greenwich Observatory in april heeft Noordam zich bezig gehouden met de besturings- en gegevensverwerkings-software voor zowel Taurus als Aspect. Deze software past in het ADAM systeem, dat voor de Perkin-Elmer 3220 computers is ontwikkeld. De instrument software voor Taurus is een verbeterde versie van hetgeen al eerder voor de Taurus spectrograaf van de AAT werd geprogrammeerd. De zogenaamde 'blindheid' tijdens de waarnemingen wordt verminderd, de waarnemingen worden in real time gecalibreerd en er wordt direct een twee-dimensionale 'intensity-map' (alle golflengten op een speciale manier bij elkaar opgeteld) geproduceerd, waarin de aanwezigheid van lijnemissie snel kan worden herkend.

c. Transport en archivering van La Palma gegevens (Harten)

Alle relevante gegevens, die tijdens waarnemingen op La Palma worden geproduceerd (waarnemingen, telescoop- en instrumentgegevens, weersomstandigheden, etc), moeten niet alleen voor de waarnemende astronoom beschikbaar zijn, maar ook voor de in een instrument of een telescoop geïnteresseerde technicus, en zelfs voor de directeur van de sterrenwacht en voor de tijd-allocatie commissies. Ieder van de bovengenoemde geïnteresseerden wil de gegevens op een andere manier geselecteerd en gesorteerd hebben. Aan de andere kant is het van belang het totale gegevens bestand zo compact mogelijk op te slaan. Daarom is een systeem ontworpen voor transport en archivering van de La Palma gegevens, waarin de

verschillende soorten gegevens op soort gesorteerd worden getransporteerd en gearchiveerd. Voor de waarnemende astronoom wordt direct een door hem gespecificeerde selectie van de relevante gegevens gemaakt.

Het ontwerp is in verschillende stadia tot stand gekomen. Allereerst is door ons een voorstel gemaakt, vervolgens is in Dwingeloo een twee-daagse workshop georganiseerd met de instrument scientists en een aantal andere geïnteresseerden, daarna is een definitief ontwerp voorgelegd aan de La Palma Working Group. Dit ontwerp is geaccepteerd. Het ontwerp voorziet in een realisatie in verschillende stadia, welke samenhangen met de beschikbaarheid van computer hardware op La Palma maar uiteraard ook met het belang van het vroegtijdig beschikbaar hebben van bepaalde onderdelen van de programmatuur en met de beschikbare mankracht. In het algemeen is de hoogste prioriteit gegeven aan het kunnen transporteren en archiveren van de gegevens, wat lagere aan een fraai, flexibel systeem van toegang tot die gegevens.

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

Dit jaar, waarin IRAS een zeer grote hoeveelheid gegevens van uitstekende kwaliteit heeft verzameld, heeft uiteraard een piek te zien gegeven in het gebruik van de eerder met Lugtenborg (Leiden) ontworpen programmatuur voor het verwerken van de gegevens van de (Nederlandse) lage resolutie spectrograaf (LRS). Zoals te verwachten was, zijn een aanzienlijk aantal wijzigingen in de programmatuur nodig of wenselijk gebleken, toen we eenmaal ervaring kregen met echte LRS metingen. Deze modificaties zijn in een aantal stadia aangebracht, zonder echter het basis ontwerp geweld te hoeven aandoen. De gebruikers handleiding is dan ook reeds aan versie 5 toe. Voordat in het najaar van 1984 de IRAS catalogus met de LRS als onderdeel zal worden gepubliceerd, zullen nog wel enkele veranderingen nodig zijn.

Veel tijd is besteed aan het aanmaken van het LRS gegevens bestand dat begin december uit ongeveer 90 000 spectra bestond, aan het controleren ervan, en aan de calibratie van de spectra. Dit alles is in nauwe samenwerking gebeurd met de JPL-medewerkers, verantwoordelijk voor de verwerking van de rest van de IRAS gegevens en heeft ongeveer vier maanden van dit jaar in beslag genomen.

Voor technisch-wetenschappelijk werk, laat staan voor puur wetenschappelijk werk aan de gegevens is vrijwel geen tijd geweest. Hierin komt begin 1984 verandering ten goede, omdat twee astronomen in Leiden zich er volledig mee gaan bezig houden. Hun werk zal van groot belang zijn voor het vaststellen van de uiteindelijke calibratie technieken.

2.3.10. FITS uitbreidingen. (Harten)

Als lid van een IAU werkgroep 'for data organisation and transfer' heeft Harten enkele weken besteed aan het uitwerken van nieuwe FITS uitbreidingen. Dit werk, dat in samenwerking met medewerkers van ESO, STARLINK, ESTEC, Straatsburg en NASA werd gedaan, stond in nauw verband met het La Palma archiverings project.

2.3.11. Verdeling van mankracht over projecten en activiteiten.

De computergroep heeft 17 full-time medewerkers. Twee daarvan zijn permanent in Leiden en Groningen gestationneerd. In het volgende overzicht is de voorzitter van de directie als 18e medewerker meegeteld. Dit heeft tot gevolg dat het percentage van de totale tijd besteed aan vergaderingen en besprekingen stijgt van 5,4 tot 7,4.

	%	man-jaren
Software ontwikkeling (Westerbork real-time 11,8, SRT reductie 5,5, onderhoud en systeem software 6,5, Dwingeloo telescoop 0,7, DWARF syteem en applicaties 11,3)	35,8	6,4
UK/NL projecten (La Palma archivering 3,3, Remote observing 0,3 Taurus 4,6 en algemeen 0,3)	8,5	1,5
SRT gegevens verwerking (Dwingeloo 13,1, Leiden/Groningen 6,2	19,3	3,5
Assistentie en contacten met astronomen (assistentie aan astronomen en bij waarnemingen 2,8, contacten met universiteiten 2,6)	5,4	1,0
Wetenschappelijk onderzoek (calibratie-onderzoek 0,5, astronomisch onderzoek 1,0, IRAS 2,2)	3,7	0,7
Overhead (literatuurstudie en conferentiebezoek 4,2, vergaderingen en besprekingen 7,4, documentatie en rapporten (incl, Newsletter) 0,8, diversen 1,5, vacantie 9,3, ziekte 4,0)	27,2	4,9

2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst.

2.4.1. Algemeen.

De UK/NL samenwerking doet zich langzaam maar zeker meer en meer gelden in het werk van Laboratorium en C.T.D. Het zwaartepunt van de inspanning verschuift zich onmiskenbaar naar de UK/NL projecten, het wisselpunt is nog net niet gepasseerd. Aan plannen op langere termijn voor de SRT kan aanzienlijk minder aandacht besteed worden. Deze tendens zal zich in 1984 voortzetten in verband met de vele projecten die het Laboratorium op zich heeft moeten nemen om de uit de UK/NL samenwerking voortvloeiende verplichtingen aan mankracht na te kunnen komen.

Hier tegenover staat, na de vergadering in oktober 1983 waarin de toekomstaspecten van SRZM uitvoerig zijn bekeken, het dringend advies van de Buitenlandse Adviseurs om de verdere ontwikkeling van de SRT voorrang te verlenen. In de beleidsbepaling voor het werk van het Laboratorium en de CTD in de komende jaren zal voor deze controversiële situatie een werkbare oplossing gevonden moeten worden.

Uit de hoogtepunten van 1983 dient in de eerste plaats het voltooien van het "Digitaal Continuum Backend" (DCB) genoemd te worden. Deze nieuwe grote correlator werd medio 1983 in gebruik genomen.

Tegen het eind van het jaar kwam ook het 327 MHz ontvangersysteem voor de SRT gereed. Begin december begon de SRT op deze frequentie aan de eerste waarneemperiode.

In december kwam ook het "physics package", d.w.z. de apparatuur zonder de in Dwingeloo te vervaardigen elektronica, van de waterstofmaser gereed bij Oscilloquartz (Zwitserland). Het ligt in de bedoeling de complete maser voorjaar 1984 in Westerbork te installeren.

In de personeelsbezetting vonden in 1983 belangrijke mutaties plaats. Dr. J.D. O'Sullivan nam medio 1983 afscheid van SRZM na zeven jaar dienst; hij heeft nu een functie bij CSIRO (Australië). De wetenschappelijke staf van het Laboratorium kon echter worden aangevuld door de overplaatsing van Ir. J.D. Bregman van de Telescoopgroep naar het Laboratorium (begin februari), terwijl Ir. E.E.M. Woestenburg in juni kon opschuiven naar een wetenschappelijke functie. Door herschikking van vacatures konden in de CTD twee technicusfuncties worden opengesteld. Deze zijn inmiddels vervuld door H. de Graaf en R. de Haan, die te zijner tijd zullen worden gestationeerd op resp. La Palma en Hawaii.

In de volgende hoofdstukken worden de projecten van 1983 meer gedetailleerd omschreven, zover mogelijk in een verdeling van twee categorieën: de projecten voor de SRT en de projecten die uit de UK/NL samenwerking voortvloeien.

2.4.2. Projecten t.b.v. de S.R.T.

Frontend ontvangers.

In de eerste plaats dient het uitstekende gedrag van de gekoelde ontvangers te worden vermeld. De vervanging van de gekoelde "up-converters" door gekoelde FET versterkers van eigen fabrikaat heeft een enorme winst aan stabiliteit en betrouwbaarheid opgeleverd. Talrijke cryogene problemen uit 1982 zijn grondig onderzocht en dit heeft geleid tot zeer belangrijke verbeteringen. Een anomalie betreffende de systeemtemperatuur van de nieuwe gekoelde frontendontvangers voor 21 cm wordt nog onderzocht.

In maart kwam de 18 cm optie in de gekoelde frontendontvangers gereed zodat de SRT aan een 18 cm VLBI waarneemsessie met 5 systemen kon deelnemen. De systeemtemperatuur ligt gemiddeld op 55 K, bij een coaxiale, ongekoelde ingangskoppeling.

Medio 1983 kon pas met de modificaties van de 21 cm ongekoelde frontend-ontvangers begonnen worden. Het gaat er in eerste instantie om deze ontvangers te modificeren voor breedband-operatie met het DCB. De oorspronkelijke bandbreedte van 10 MHz wordt vergroot tot 80 MHz. Deze modificatie waarbij 11 ontvangers zijn betrokken houdt tevens in dat de al 15 jaar oude elektronica (op de parametrische versterker na die in de zeventiger jaren werd vervangen) vervangen wordt door moderne onderdelen.

Parallel met deze ontwikkeling is er begonnen met een onderzoek voor het verbeteren van de systeemtemperatuur van deze ontvanger. Deze stap vraagt een niet onaanzienlijk stuk ontwikkeling en zal dus pas in een later stadium uitgevoerd kunnen worden.

Tenslotte nog iets over de vierde waarneemfrequentie voor de SRT. Naast 21-, 6- en 50 cm is er nu ook voor 92 cm (327 MHz) een compleet ontvangersysteem beschikbaar. De 15 frontend-ontvangers kwamen na een zeer intensieve constructieperiode gereed. In december werden ze in de telescopen geïnstalleerd en direct bij waarnemingen betrokken. De systeemtemperatuur van deze ontvangers bedraagt ca. 200 K waarvan ongeveer 120 K aan de ontvanger zelf toegeschreven moet worden.

De eerste tests hebben een aantal problemen aan het licht gebracht, onder andere met de ruisbron-calibratie. De stabiliteit van het ontvangersysteem voldoet aan de eisen. Het storingsniveau is in het algemeen meegevallen.

Digitaal Lijn Backend (DLB/DXB).

De uitbreiding van de bestaande digitale lijncorrelator (nu omgedoopt tot DXB) m.b.v. een "recirculation buffer" zoals omschreven in het vorige jaarverslag is, wegens gebrek aan mankracht, niet tot stand gekomen in 1983. De voltooiing wordt nu medio 1984 verwacht.

Tegen het einde van 1983 kon het 12 Mbit uitgangsgeheugen en de besturingslogica als gereed beschouwd worden. Bij het testen van dit gedeelte kwamen tal van problemen naar voren die vrij veel tijd in beslag namen. Een aantal modificaties bleek daarvoor noodzakelijk.

Het laatste grote stuk werk betreft het 67 Mbit ingangsgeheugen waarvan alle prints nu klaar staan. Ook een deel van de besturingslogica is gebouwd en getest. De laatste prints, de delay-prints, kwamen in december gereed zodat met het testen van het geheel begonnen kon worden.

Digitaal Continuum Backend (DCB).

Het eerste gedeelte van het DCB kwam eind 1982 gereed voor installatie in Westerbork. De installatie in de hoogfrequentdichte kast en de tests verliepen zeer vlot zodat al aan het begin van het tweede kwartaal een aantal 12-uurs metingen op 6 cm gedaan kon worden. Bij de eerste tests waren 6 banden van 10 MHz betrokken zodat de totale bandbreedte 60 MHz bedroeg. Vrij snel werden kaarten van goede kwaliteit verkregen, waarmee het hele systeem dieper getest kon worden. Bij de analyse van de waarneemkaarten kwam een fout aan het licht: er bleken op "cleaned" velden residuën over te blijven die na analyse te wijten bleken aan een onvoldoende DC-isolatie bij de signaalmixers van het IF gedeelte van het DCB. Met behulp van hoogdoorlaatfilters werd dit probleem opgelost.

Het verdere testen van het DCB vond plaats op 21 cm golflengte. Hiertoe moesten de gekoelde frontend-ontvangers en de equalizers met een aantal modificaties aangepast worden aan het DCB-systeem.

Inmiddels waren de twee laatste correlatorbanden van 10 MHz ook klaar en bij de verdere testwaarnemingen betrokken. Het systeem functioneerde in zijn geheel bevredigend, zodat besloten werd het bij een aantal productiemetingen te betrekken. Deze metingen vonden plaats met helaas een bandbreedte beperking (10 MHz), daar de modificaties aan de frontend-ontvangers (21 cm) nog niet gerealiseerd konden worden.

Bij de verdere tests werd een probleem gevonden met de "total power" calibratie. De ruis op de total power signalen bleek namelijk ver boven de specificaties te liggen. Na tal van tests en veel denkwerk werd de oorzaak gelocaliseerd: lekkages van digitale signalen naar analoge lijnen (total power lijnen), waardoor de total power informatie grotendeels verdween in de zodoende geïntroduceerde "ruis". Een aantal modificaties, op een enkel kanaal beproefd, resulteerde in een oplossing van het probleem. De modificaties van het hele systeem zullen in het begin van 1984 plaatsvinden.

Fig. 2.4.1. toont -ter illustratie- één van de eerste 6 cm kaarten verkregen met het DCB bij een bandbreedte van 60 MHz. De

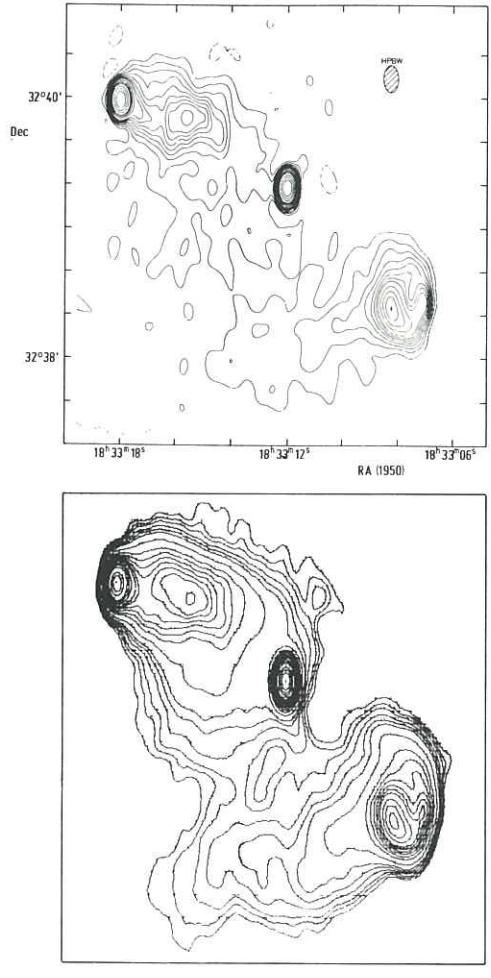


Fig. 2.4.1.

Radiokaart van 3C382 verkregen op 6 cm golflengte met 10 MHz (boven) en 60 MHz bandbreedte (onder) met het DCB. Ruisanalyse op de XX-YY kaart geeft een rms ruis van 85 μJy aan voor 12 uur integratie op beide polarisaties.

Radiomap of 3C382 obtained at 6 cm wavelength with 10 MHz (top) and 60 MHz bandwidth (bottom) using the DCB. Analysis of the noise on the XX-YY map indicates an rms noise of 85 μJy for a 12h run and two polarisations.

op de kaart behaalde rms gevoeligheid is van de orde van 0,085 mJy.

VLBI ontwikkeling.

Pas in 1983 kon daadwerkelijk aan de bouw van de "Mark III adder interface" gewerkt worden. In het tweede kwartaal kwam het eerste gedeelte, de data splitter, gereed; dit werd in december in Westerbork geïnstalleerd en getest. Met deze module worden de signalen uit het DCB afgetakt om vervolgens in de Mark III interface verder verwerkt te worden.

Het gebruik van het DCB als "input" voor de Mark III interface resulteert in een zeer omvangrijk systeem. De volgende aansluitende verwerkingen moeten gerealiseerd worden eer men de signalen naar de standaard Mark III terminal kan aansluiten:

- terugvouwen van het dubbelzijband frequentie spectrum.
- het residuele fringe demodulatiesysteem moet de langzame fringes stoppen die overgebleven zijn omdat de fringe demodulatie bij het DCB centraal, op 182 MHz, plaatsvindt.
- optellen van de telescopen voor dezelfde band maar afzonderlijk voor X en Y polarisatie.

Alhoewel de ingangssignalen digitaal zijn, evenals de 6,25 MHz fase-geroteerde lokale oscillator, is uit financiële overwegingen voor een analoge optelling gekozen.

De genoemde verwerkingen moeten in grote aantallen gebeuren. De data splitter zelf splitst de 896 DCB delay-uitgangen. De interface wordt dus noodzakelijkerwijze een omvangrijk stuk ontvanger dat vrij veel mankracht zal eisen. Omdat deze mankracht pas tegen het eind van 1983 druppelsgewijs beschikbaar kwam ziet het er naar uit dat de voltooiing wel tot begin 1985 zal moeten wachten.

In 1983 werd desondanks flinke vooruitgang geboekt met de optelsecties, de lokale oscillator-eenheden en de besturing van het geheel. In het derde kwartaal werd pas daadwerkelijk begonnen met het ontwerp van het "Residuele Fringe Demodulatie Systeem". Dit moduul levert voor alle telescopen en elke band een fasegeroteerd LO signaal op 6,25 MHz. Een groot gedeelte van het systeem zal in ECL techniek uitgevoerd moeten worden. Daarvoor zijn nog enige ontwikkelingen nodig.

Waterstof maser.

In de loop van december 1982 werd RZM door Oscilloquartz, een dochter onderneming van ASULAB, een zeer gunstige aanbieding gedaan betreffende het "physics package" van een gebruikte waterstof maser. Masers worden vanwege hun zeer hoge stabiliteit gebruikt als klokken of lokale oscillatoren bij VLBI waarnemingen. Voor VLBI-operatie maakt de SRT thans gebruik van een Rubidium

Standaard waarvan de stabiliteit voor operatie bij 6 cm golflengte te laag is. Deze situatie is in 1983 slechter geworden wegens verouderingsverschijnselen bij de Rubidium klok. Begin 1983 werd de aankoop goedgekeurd.

Het "physics package" is in feite het hart van de maser. De gespecificeerde frequentie-stabiliteit is beter dan 10^{-14} over 1000 seconden. Een aantal door ons noodzakelijk geachte verbeteringen aan het "package" werd door de firma toegezegd. Het elektronische gedeelte, dat ook aan hoge eisen moet voldoen, wordt volledig door RZM in eigen beheer ontwikkeld.

Bij het moderniseren van het "physics package" van de maser zijn verschillende RZM medewerkers direct betrokken geweest. In het vierde kwartaal kwam het "physics package" gereed en werd na grondige tests goedgekeurd.

De gehele maser zal in het voorjaar van 1984 in Westerbork geïnstalleerd kunnen worden.

SRT systeem verbeteringen.

De nodige apparatuur voor het bewaken van een aantal kritische functies in de cryogene frontends is in 1983 vervaardigd. Ook de "total power" uitlezing van de frontendontvangers is nu gereedgekomen. Daarmee verwacht men het systeem beter in de gaten te kunnen houden, terwijl fouten gemakkelijker opgespoord kunnen worden.

In 1983 is de instrumentmakerij doorgegaan met het slijpen van de uurhoekkwadranten van een aantal telescopen. Er zijn nu al 5 telescopen behandeld.

Aan de nieuwe aandrijving voor de telescopen in Westerbork is eveneens gewerkt. De proeven met de stappenmotoren zijn negatief uitgevallen zodat men het in een nieuwe richting is gaan zoeken.

De ontvangerbekabeling van de SRT bestaat uit coaxiale en signaleringskabels. De laatste zijn thans aan vervanging toe. Dit project werd in 1983 gestart om in het voorjaar 1984 met de installatie te kunnen beginnen. Dit project brengt naast de aanmaak van nieuwe kabels ook veel mechanisch werk met zich mee, zoals de montage-materialen voor de as-overgangen en voor de poten naar de frontenddoos. De kabelvernieuwing heeft bovendien enige consequenties voor 50 frontendontvangers.

Simultane operatie van DCB en DLB (DXB) vereist enige aandacht. Er is voor dat doel een studie gemaakt van een geïntegreerd DCB/DXB equalizer-systeem. Wegens beperking in mankracht zal pas in de herfst van 1984 met dit project begonnen kunnen worden.

Er is ook een voorstel uitgewerkt om tot integratie van de maser in het lokale oscillator- en tijdsysteem voor de SRT te komen. Centraal staat de maser die een 5 en 10 MHz signaal levert evenals een 1 pps signaal dat op ca. 1 µs synchroon met UTC loopt. Met een tijdintervalteller wordt de tijd periodiek met een TV

rasterpuls vergeleken waardoor de tijd op ca. 0,1µs bepaald kan worden.

2.4.3. Projecten t.b.v. de UK/NL samenwerking.

UKIRT (United Kingdom Infra-Red Telescope) common user ontvanger.

De verantwoordelijkheid van RZM in dit project betreft voornamelijk het frontendsysteem inclusief de cryostaat, IF- en LO-systemen.

In Fig. 2.4.2. wordt de cryostaat afgebeeld. Het systeem maakt gebruik van een CTI-1020 "closed cycle" koeler om twee stralingsschermen van de helium-dewar te koelen. De stralingsschermen zijn verbonden met de 20K en 70K stations. Met deze opzet wordt bereikt dat de houdbaarheidsduur van het helium vulsel, de zgn. "hold time", aanzienlijk verlengd wordt. In fig. 2.4.2. kunnen de 690 GHz bolometers en de 350 GHz signaal mixer onderscheiden worden. De koppeling met de telescoop gaat via een infrarood filter in het 20K stralingsscherm en vensters. Het systeem werd in het voorjaar onbelast getest. Een standtijd van 3 à 4 dagen werd bereikt. Een compleet systeem was tegen het eind van het jaar gereed om verdere tests te ondergaan. Met behulp van een thermisch model worden aan het ontwerp verdere verbeteringen uitgekiend die in 1984 aangebracht zullen worden.

Het vervaardigen in de instrumentmakerij van onderdelen voor millimeter golflengten heeft de nodige moeite en zorg gekost. In fig. 2.4.3. wordt als voorbeeld een coaxiale structuur afgebeeld. Het gaat hier om een coaxiaal filter, waarvan de grootste buitendiameter ca. 0,3 mm bedraagt. De vereiste nauwkeurigheid is in de orde van 10 µm. Het genoemde filter werd op een draaibank vervaardigd onder een microscoop. In een uiteinde van de structuur moest bovendien een uitsparing geboord worden voor de diodechip.

De techniek van elektroformeren moest ook aangeleerd worden. De instrumentmakerij heeft inmiddels enige volgens deze techniek vervaardigde hoornstructuren afgeleverd. Bij deze techniek wordt eerst een "negatief" geslepen in de vorm van bijv. een roestvrijstalen naald. In een goudbad en later een koperbad wordt vervolgens langs galvanische weg resp. goud en koper aan de naald afgezet. Na een paar weken heeft de structuur de gewenste afmetingen bereikt en kan de naald uitgetrokken worden.

Voor het manipuleren en testen van millimetergolfcomponenten werd een "millimeter (of diode-) lab" ingericht. Zo konden experimenten uitgevoerd worden met de vervaardiging van "whiskers": het buigen in de gewenste vorm m.b.v. micro-manipulatoren en etsen van de whiskerpunt. Ook met de montage van diodechips (250 x 250 µm) kon ervaring opgedaan worden.

Voor het testen van de werking van de mixer is een quasi-optische meetopstelling noodzakelijk. Een aantal quasi-optische

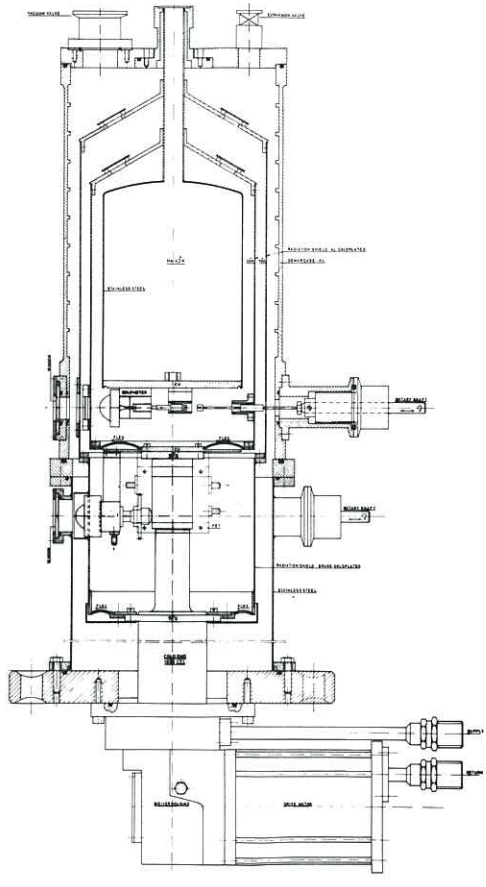
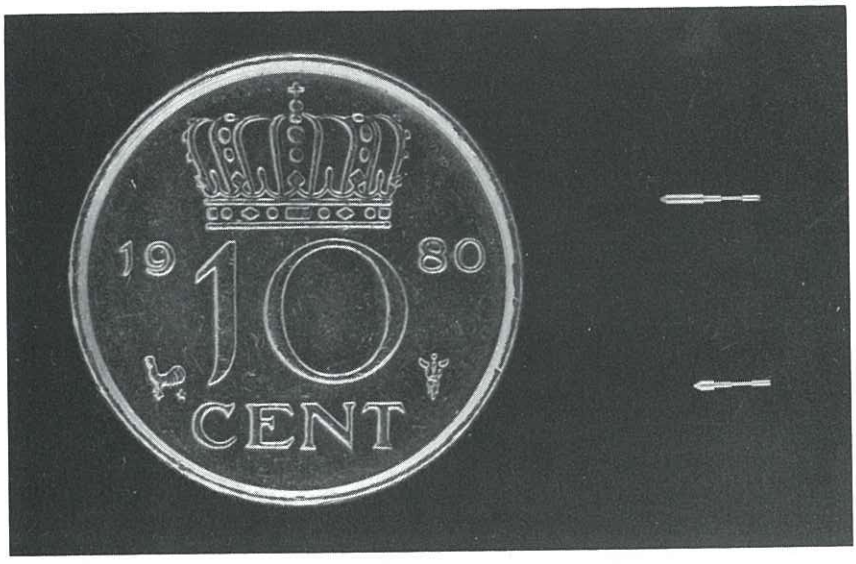


Fig. 2.4.2.

Prototype van de hybride cryostaat voor de UKIRT common user ontvanger. Centraal het heliumvat omgeven door twee stralingsschermen verbonden met resp. de 20 K en de 70 K plateau's van een CTI-1020 koeler. De 690 GHz bolometer is gemonteerd op de bodemplaat van de cryostaat, de 350 GHz mixer op het 20 K station. Voor beiden zijn uittrekbare "back short" voorzieningen aanwezig.

Prototype for the hybrid cryostat for the UKIRT common user receiver. Central one finds the helium dewar surrounded by two radiation shields connected to respectively the 20 K and the 70 K stations of a CTI-1020 closed cycle refrigerator. The 690 GHz bolometer is attached to the bottom plate of the dewar, the 350 GHz mixer to the 20 K station. For both units retractable back short facilities have been implemented.



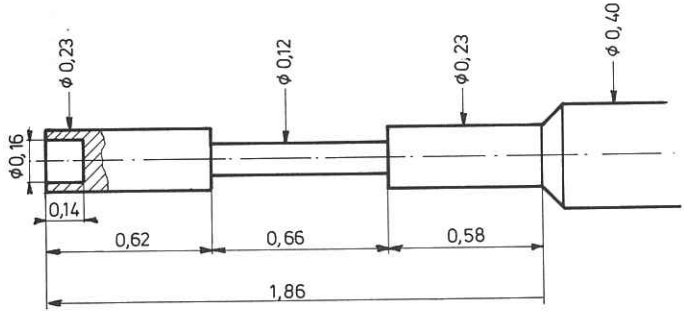


Fig. 2.4.3.
Voorbeeld van een coaxiale structuur voor millimeter golflengte. De afmetingen zijn in millimeters. De uitsparing dient om de diode chip te herbergen. Op de foto staan twee voorbeelden van zulke structuren.

Example of coaxial structures for millimeter wavelengths. The dimensions are given in millimeters. The hole at one end of the structure is meant for the diode chip. On the photograph we have two examples of similar structures.

componenten is ontworpen en gedeeltelijk gefabriceerd. Deze "kennismaking" is ook noodzakelijk voor het werk aan de ontvangers voor de Millimeter Telescoop. Zo werd o.a. een diëlektrische lens berekend en gemaakt terwijl een diplexer in de maak is.

Gebruikmakend van de nieuw aangeleerde technieken heeft de instrumentmakerij verschillende onderdelen kunnen produceren waaronder de 690 GHz bolometer, de 350 GHz signaal mixers en een "doubler". De metingen aan de vervaardigde millimeter-componenten zijn ernstig vertraagd door het falen van het carcinotron, de op 350 GHz gebruikte signaalbron.

Het lokale oscillator systeem is tegen het eind van 1983 praktisch gereedgekomen terwijl het IF systeem medio 1983 afgeleverd kon worden.

Millimeter Telescoop (MT) project.

In 1982 heeft het Laboratorium ingeschreven voor een aantal werkpakketten t.b.v. ontvangers voor de MT. Begin 1983 kregen we bericht dat RZM een vijftal ontwikkelingspakketten op contractbasis was toegewezen.

Het eerste project WP-1 betreft het ontwerp van cryogene mixers voor 350 GHz en 480 GHz. Voor eerstgenoemde mixer is thans een ontwerp gereed.

Naast de coaxiale structuur is ook de mogelijkheid van "suspended stripline" nader onderzocht, in het bijzonder met het oog op de kortere golflengte. Op de VAX 11/780 is thans een beginprogramma geimplementeerd waarmee deze structuren berekend kunnen worden.

Uit ruismetingen aan enkele modellen van 350 GHz mixers blijkt dat een mixer met geëlektroformeerde golfpijpdelen de beste resultaten geeft. De laagst gemeten mixertemperatuur bedraagt, inclusief bijdrage van de tweede trap en diplexer verliezen, ca. 2000 K.

WP-2 heeft betrekking op het ontwerp van een frequentie doubler met 350 GHz als ingangsfrequentie. Metingen gedaan aan een gebouwde doubler wezen uit dat de filtering van de grondharmonischen niet voldoende was. Een golfpijpfilter werd daarvoor ontworpen en in de instrumentmakerij vervaardigd. Het gebrek aan LO vermogen wegens de defecte carcinotron heeft de verdere tests aanzienlijk vertraagd.

Het werkpakket WP-5 betreft de studie van een multibeam heterodyne ontvanger. Het gaat in de eerste plaats om een theoretische studie om de diverse systeemgrootheden zoals configuratie, randbelichting, vorm van belichters, etc. te definiëren.

Werkpakketten 9a en b houden in ontwerp en constructie van vier breedband gekoelde FET-versterkers voor resp. 1,5 en 4 GHz. De eerste versterker werd in augustus al aan RAL (Rutherford Appleton Laboratory) afgeleverd. In 1984 zal de tweede fase, het

ontwerp van een aanpasnetwerk voor een geïntegreerde mixer/versterker, aangepakt worden. Van de vier 4 GHz versterkers zijn ook al twee exemplaren afgeleverd. Deze laatste versterkers moesten nog geheel ontwikkeld worden. Voor dat doel werd uitvoerig gebruik gemaakt van de computer d.m.v. onze aansluiting op Cybernet te Rijswijk.

Het laatste MT pakket betreft een onderzoek naar de mogelijkheid van digitale correlatoren voor een effectieve bandbreedte van 1 GHz. Het onderzoek hieraan verloopt parallel aan het onderzoek naar de bouw van een mogelijke VLBI correlator.

Naast deze ontwikkelingen is RZM ook betrokken bij het ontwerp van de telescoop zelf. Begin december werd R.J.H. van 't Land bij RAL gestationeerd om o.a. aan het ontwerp van de bekabelingssystemen deel te nemen.

J. Dekker, mechanisch technicus, besloot voor een tweede jaar bij RAL te blijven, waar hij o.a. betrokken werd bij het ontwerp van een model voor de secondaire spiegel.

Op verzoek van de MT projectleider werden de thermische berekeningen aan de telescoop verder uitgebreid. Zodoende kon de invloed van de ontvangercabine op het temperatuurgedrag van het geheel bestudeerd worden. Aan de hand van de aldus berekende temperatuurverdeling werden bij RAL deformatieberekeningen uitgevoerd die op hun beurt aanleiding gaven tot nieuwe modelberekeningen. Het laatste thermische model telt meer dan 350 componenten, waarvan er vele niet lineaire verbindingen voorstellen. In 1983 werd meer dan 40 uren CPU tijd van de VAX 11/780 van RZM voor deze berekeningen gebruikt.

4.2 m telescoop CCD controllers.

Dit aan RZM toegewezen project ging begin 1983 van start met een literatuur-onderzoek en besprekingen om tot een inventarisatie van de mogelijkheden op dit gebied te komen. Alhoewel het bouwen van een CCD controller voor langzame uitlezing, ca. 5 sec per beeld, op de voorgrond staat is tevens ook gekeken naar de mogelijkheden voor een 0,2 sec uitleessnelheid voor de slow TV- en autoguiding toepassingen.

Begin oktober werd de eerste fase van het project afgesloten met een voorstel voor een prototype dat na besprekingen met RGO medewerkers werd goedgekeurd. Daarna werd met het technische ontwerp van het sequencer module en de A/D buffer kaart begonnen. De gehele controller zal bestaan uit modules samengesteld uit een of meerdere Eurokaarten. Het digitale deel bestaat uit kaarten die op een G64 microcontroller bus aangesloten worden. De besturing vindt plaats met een 6809 microprocessor te programmeren in FORTH, terwijl commando's van een data computer naar de host computer via een GPIB bus volgens IEEE-488 standaard zullen gaan.

Om de CCD controller te kunnen testen en optimaliseren wordt aan een testopstelling gewerkt. Er wordt overwogen voor dat doel het DeAnza systeem op de VAX 11/780 te gebruiken.

Dankzij de expertise die bij het Laboratorium werd opgebouwd in de afgelopen jaren op controller gebied, heeft RZM gemakkelijk aansluiting gekregen bij tal van op eerste gezicht "vreemde" ontwikkelingen op optisch of millimeter gebied. Deze expertise leidde ertoe dat werd besloten een nieuwe generatie RZM microprocessorsystemen te ontwerpen en te bouwen voor eventueel gebruik in UK/NL projekten. Het systeem maakt gebruik van de G64 backplane en de 6809 microprocessor op Eurokaarten. Een aantal "standard" prints werd ontwikkeld, waarvan enkele al de testfase hebben gehaald: analoge input board, display board, microprocessor board, GPIB board, asynchronous input/realtime clock en synthesizer. Op het samengestelde systeem draait het moderne operating systeem OS-9. De bedoeling is de mogelijkheid te scheppen om apparatuur te ontwikkelen waarbij het operating systeem deel uitmaakt van de applicatie.

2.5 m telescoop Autoplate Changer.

Tot in de zomer 1983 verbleef A. Doorduin bij RGO waar hij betrokken was bij ontwerp en constructie van de "plate changer" voor de 2.5 m (Isaac Newton) telescoop. Het systeem kon bij het begin van het derde kwartaal getest worden hetgeen een aantal problemen voornamelijk van mechanische aard aan het licht bracht. In december werd het systeem voltooid en goed bevonden.

LPO (La Palma Observatory) projecten.

Medio 1983 werd J. Buiter op LPO afgelost door Y.J. Koopman. Beide werden ingeschakeld bij tal van problemen zoals die zich voordoen bij de opbouw van een nieuw instrumentarium. Buiter bijv. was betrokken bij tests, installatie en reparatie van het microprocessor controlled intercom systeem, de "TV finder filterwheel module", de meteorologische apparatuur en de telefoonverbindingen.

Koopman is o.a. betrokken bij de implementatie van de hardware en de software van het TV integrating systeem voor de 2.5 m teleskoop.

In de maanden augustus, september heeft A.M. Koster gedurende 4 weken op LPO geassisteerd bij de aanleg van electrische installaties in het gebouw op de berg.

2.4.4. Diverse ontwikkelingen.

ESO light-collector besturing.

Het nieuwe telescoop-aandrijfsysteem voor de Nederlandse "light-collector" op ESO, dat mede door RZM-medewerker R.J.H. van 't Land was ontworpen kwam na de zomer gereed. Na uitvoerige en succesvolle tests op het ESO hoofdkwartier in Garching werd de

apparatuur naar Chili verzonden. Bij de installatie op de berg, die praktisch een volle maand duurde, verleende RZM assistentie door Van 't Land voor die periode uit te zenden. Het ziet ernaar uit dat het project succesvol is.

Instrumentatiegroep.

De instrumentatiegroep voert alle reparaties aan meetinstrumenten en computers uit, of bepaalt wanneer een externe servicedienst ingeschakeld moet worden. Bij dit werk zijn 3,5 man betrokken, waarvan één is gedetacheerd bij de computergroep.

Het Stichtingsinstrumentarium is van hoog gehalte, zodat soms door de groep hand- en spandiensten aan laboratoriumprojecten kunnen worden verricht.

Het aantal uitgevoerde reparaties bedroeg het afgelopen jaar 90, waarvan 25 tot de grotere en meer complexe reparaties konden worden gerekend. Uiteraard worden van alle nieuw gekochte instrumenten de specificaties nagemeten wat ook veel werk met zich meebrengt. Tevens is veel aandacht besteed aan de administratie van de meer dan 1100 aanwezige instrumenten. Eénmaal jaarlijks worden alle instrumenten geteld en de manco's weer opgezocht.

Meetinstrumentencommissie.

Ieder jaar wordt in januari een prognoselijst opgesteld van aan te schaffen meetinstrumenten. Deze lijst heeft uiteraard een voorlopig karakter omdat nieuwe ontwikkelingen moeten kunnen worden gevolgd.

De lijst bevat ieder jaar meer digitale instrumenten, en minder analoge. Het laatste jaar is echter een aantal instrumenten gekocht voor millimeterwerk, een relatief nieuwe tak van techniek, zeker in onze Stichting. Deze mm-instrumenten zijn buitengewoon prijzig vanwege de kleine omzet die op dit nieuwe gebied kan worden geboekt. Gelukkig konden voorlopig diverse mm-instrumenten worden geleend zodat toch een belangrijk deel van onze wensen kon worden gerealiseerd.

Belangrijke aankopen waren:
het up-to-date brengen van het microprocessorontwikkelsysteem;
aanschaf van een PAL programma met firmware assembler;
sample unit voor een der network analysers;
100 MHz oscilloscoop.

2.4.5. Verdeling van de werktijd over de projecten.

De personeelsbezetting van deze afdelingen bestond in 1983 uit 50 medewerkers, waarvan gemiddeld 4 praktikanten en 1 WV-medewerker.

Afwezigheid wegens verlof en ziekte kostte 14,2% van de beschikbare bruto werktijd.

De algemene leiding van beide afdelingen kostte 5,3% en aan stafvergaderingen-conferenties en literatuurstudie werd 1% besteed.

De daarna resterende 79,5% netto tijd, rechtstreeks te besteden aan de projecten, bedroeg 9908 mandagen.

De procentuele verdeling hiervan was als volgt:

1. Bouw en onderhoud elektronische waarneemapparatuur		36,8%
a. Frontend-ontvangers Westerbork	12,8%	
b. DXB (digital line backend - vroeger DLB 40.000)	1,9%	
c. DCB (digital continuum backend)	6,9%	
d. VLBI (Very Long Baseline Interferometry)	7,3%	
e. ESO 90 cm light collector	3,3%	
f. WSRT diversen o.a. monitoring en vernieuwing van de ontvangerbekabeling	3,3%	
g. Onderhoud cryogene installaties	1,3%	
2. Ontwikkeling van nieuwe systemen en ontvangers		17 %
a. DXB	5,6%	
b. VLBI o.a. analoge opteller combiner, waterstof maser residuele fringe demodulatiesysteem	3,1%	
c. Cryogeen ontwikkelingswerk	0,9%	
d. Diverse projecten o.a. monitoring SRT microprocessor ontwikkelingen ESO 90 cm light collector modificatie centrale LO systeem	7,4%	
3. UK/NL samenwerking		21,5%
a. UKIRT sub-mm ontvanger	8,7%	
b. La Palma Observatory projecten	5,8%	
c. Mm telescoop projecten	5,3%	
d. Mm- en optische ontwikkeling	1,7%	
4. Voorzieningen telescopen		2,2%
a. Onderhoud en modificatie Westerbork telescopen	2 %	
b. Onderhoud Dwingeloo telescopen	0,2%	

5. Vaste diensten C.T.D. 22,5%

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

2.5. Astronomengroep.

2.5.1. Algemeen.

De groep astronomen behield gedurende dit jaar dezelfde samenstelling. De groep telt zes leden waarvan drie met een vaste aanstelling, te weten A.G. de Bruyn, R.G. Strom en R.T. Schilizzi, die om beurten als hoofd van de groep fungeren voor een periode van twee jaren. De drie leden met een tijdelijke aanstelling, de "research fellows", zijn J.S. Albinson, R.J. Hanisch en S.G. Neff. Gedurende de eerste zes maanden van het jaar werd Hanisch ontslag verleend voor een tijdelijke aanstelling bij de Universiteit van Maryland, V.S., om te werken aan Clark Lake radio data.

De werkzaamheden van de astronomen worden gewoonlijk onderverdeeld in twee categorieën. Zij doen wetenschappelijk onderzoek aan veel van de onderwerpen die in de Nederlandse astronomische gemeenschap leven; een verslag hierover is te vinden in sectie 3.1. Daarnaast vervullen zij een liaisonfunctie tussen de universitaire astronomen en RZM en voeren zij een aantal zgn. dienstverlenende taken uit. Over deze laatste twee zaken vindt U hier een verslag.

De vrucht van hun wetenschappelijk onderzoek valt te lezen in wetenschappelijke tijdschriften (zie appendices E.1 en E.2) en viel te beluisteren op conferentie-voordrachten, colloquia en andere lezingen (zie appendices E.3, E.7 en E.8).

Binnen de astronomengroep worden regelmatig informele bijeenkomsten georganiseerd: de Astro-koffie, -lunch, of -thee. Hier onderwerpen leden van de groep recent eigen onderzoek aan een kritisch gehoor. Op deze bijeenkomsten, die voor de hele staf toegankelijk zijn, worden ook af en toe lezingen gegeven door bezoekende astronomen uit binnen- en buitenland.

Van begin september tot half december werkten Dr. W.C. Erickson en zijn echtgenote, Dr. H.V. Cane, in Dwingeloo op een ZWO-bezoekersbeurs. Beiden zijn werkzaam in de radiosterrenkunde op het gebied van de lage (30-60 MHz) tot zeer lage (0,03-2 MHz) frequenties. Hun bezoek dat o.a. samenhing met de eerste 327 MHz winter in Westerbork, is voor hen en de Stichting nuttig geweest.

2.5.2. Contacten met astronomen buiten de Stichting.

Eén van de belangrijkste functies van de astronomengroep blijft het overbruggen van de technische-, astronomische- en ruimtelijke kloof tussen de hoofdgebruikers van Stichtings instrumenten aan de universitaire sterrewachten enerzijds en het merendeel van de Stichtings medewerkers anderzijds. De hiervoor noodzakelijke contacten worden op velerlei manieren verkregen. Zo brengen de leden van de groep regelmatig bezoeken aan de universitaire instituten waarbij ze gewag doen van nieuwe ontwikkelingen

op velerlei gebied. Deze bezoeken worden tevens gebruikt voor astronomische data reductie aan de grote universitaire computers, en voor samenwerkingsprojecten met astronomen aldaar. Ook worden universitaire studenten in groeiende mate bij hun wetenschappelijk werk betrokken. Voorts dragen de Bruyn, Schilizzi en Strom ieder gedeeltelijk verantwoordelijkheid voor het toezien op het onderzoek van vier promovendi in Leiden.

Steeds meer astronomen komen echter ook naar Dwingeloo, veelal om gebruik te maken van de gespecialiseerde software die daar ontwikkeld wordt (voor WSRT data) of up-to-date wordt gehouden (AIPS, VLBI-software). De brugfunctie van de leden van de astronomengroep is daarbij onontbeerlijk. Het is ook verheugend dat een toenemend aantal buitenlandse astronomen de weg naar Dwingeloo weet te vinden. Dit komt de wetenschappelijke levendigheid van het instituut ten goede, en zorgt ervoor dat het contact met frontlinie onderzoek elders in de wereld gewaarborgd blijft.

2.5.3. Dienstverlenende taken.

A. Preprints en reprints.

Het toezicht op de productie en distributie van preprints van artikelen gebaseerd op WSRT en Dwingeloo waarnemingen, is de verantwoordelijkheid van Albinson. Dit jaar werden 23 preprints verwerkt. Via dit systeem worden ook relevante universitaire proefschriften verspreid over de gehele wereld.

B. WSRT gerelateerde werkzaamheden.

Strom (voorzitter) en de Bruyn hebben zitting in de QMC (Quality Monitoring Committee) die in 1983 éénmaal in zijn totaliteit bijeenkwam. In dit lichaam zijn naast vertegenwoordigers van Westerbork, de Computergroep en de Reductiegroep ook universitaire astronomen aanwezig. Zaken die dit jaar veel aandacht vroegen waren de ingebruikname van het DCB en de vierde WSRT frequentie op 327 MHz. Veel van de hiermee verband houdende astronomische werkzaamheden werden door Strom en de Bruyn gedaan, in nauwe samenwerking met Van der Hulst. Zo werd assistentie verleend bij de reductie en analyse van 327 MHz test waarnemingen in februari (zie NFRA Note 397), en werden de waarneem- en calibratieprocedures voor deze frequentie doorgenomen. Aan het eind van het jaar zijn de eerste calibratiemetingen met hulp van universitaire radiopraktikanten gereduceerd. De Bruyn en Strom geven ook assistentie bij het gebruik van de redundantie software op de PDP. Verder speelt de Bruyn een bescheiden rol bij de algemene WSRT-calibratie in zijn rol als gesprekspartner voor de reductiegroep.

Schilizzi heeft zitting in de WSRT Programma Commissie als vertegenwoordiger van de astronomengroep. Strom en de Bruyn nemen

echter ook regelmatig, op verzoek, deel aan de vergaderingen van deze commissie.

C. VLBI werkzaamheden.

Er waren dit jaar vijf waarneemperioden van het Europese VLBI Netwerk (EVN). Vanaf dit jaar zullen die altijd in Westerbork worden gehouden. De organisatie en calibratie van deze perioden is afwisselend in handen geweest van Neff en Schilizzi. Vooral het najaar is een drukke tijd geweest doordat 4 van de 5 beschikbare golflengten (6, 18, 49 en 92 cm) aan bod zijn geweest, waarvan 92 cm voor het eerst. Bijna alle netwerk perioden sluiten aan of overlappen met die van het Amerikaanse netwerk.

Dankzij de koop van een waterstofmaser in het voorjaar zullen vanaf 1984 de WSRT VLBI metingen gedaan kunnen worden met een veel grotere tijd- en frequentiestabiliteit.

Het was een belangrijk jaar voor QUASAT, het gecombineerde ESA-NASA satelliet VLBI project waar Schilizzi een groeiend deel van zijn tijd in is gaan stoppen. Talrijke vergaderingen over zowel technische alswel sterrekundige aspecten van de missie werden dit jaar gehouden. Schilizzi en Van Ardenne zijn beiden lid van het ESA Science Team voor QUASAT. Schilizzi is tot co-voorzitter (met Prof. B.F. Burke, MIT) benoemd van het organisatie comité voor de in juni 1984 in Wenen te houden QUASAT workshop.

De verdere ontwikkeling van VLBI in Europa hangt onder meer af van de reactie op een EVN-voorstel aan het EEG Onderzoek en Ontwikkelings Programma; een eerste draft daarvan werd door Schilizzi geschreven. Samen met Bos werkte Schilizzi aan een rapport over "New Generation VLBI Correlators" dat op de juni vergadering van VLBI-directeuren in Bologna werd besproken. Schilizzi is in juni tot voorzitter van de EVN Programma Commissie benoemd; daarvoor was hij secretaris. De EVN-PC kwam driemaal bij elkaar.

Neff hield zich ook dit jaar bezig met de aanpassing van elders ontwikkelde VLBI reductie software aan de Dwingeloo situatie. Schilizzi werkte aan de interface tussen EVN en MERLIN data zodat in de toekomst kaarten gemaakt kunnen worden waar de kleine alsmede de grote schaal structuren in zichtbaar zullen zijn.

Tenslotte offerden alle leden van de astronomengroep tijdens de VLBI waarneemperioden regelmatig hun nachtrust op om video cassette recorders te wisselen en over de gang van zaken in Westerbork te waken.

D. Diversen.

Het onderhoud van de AIPS-software op de VAX in Dwingeloo is de verantwoordelijkheid van Hanisch. Aan het eind van het jaar begon hij een onderzoek naar de mogelijkheden om astronomische data-reductie en -analyse software binnen DWARF onder te brengen. Albinson verzamelde en verzorgde de redactie van een bonte verzameling aan documentatie betreffende data reductie en analyse software voor de PDP en VAX computers. Het geheel is gebundeld te vinden in wat in de wandelgangen de "Hitchhikers Guide" wordt genoemd. Deze documentatie gids heeft onder meer tot doel om bezoekende astronomen wegwijs te maken op de Dwingeloo computers wat de reductie van data betreft.

De Bruyn treedt op als organisator en coördinator van een achttal colleges in het kader van de Universitaire Interacademiale Colleges. Dit gebeurt op verzoek van de Onderwijs Commissie van de Sectie Sterrenkunde van de Academische Raad (OCSSAR). De colleges zullen worden gegeven in het voorjaar van 1984, en handelen over de hoge energie astrofysica van radiobronnen. Schilizzi, Strom en de Bruyn zullen elk één van de colleges voor hun rekening nemen.

Strom (secretaris) en Raimond zijn lid van de werkgemeenschap commissie sterrenstelsels. Harten van de commissie interstellaire materie. De Bruyn is, in verband met zijn lidmaatschap van PATT, lid geworden van de Stuurgroep UK/NL samenwerking. Schilizzi is lid van de Astronomy Working Group van ESA. Hierin wordt advies gevraagd en gegeven over toekomstige ESA projecten. Strom is lid van de bibliotheek commissie. Spoelstra, tenslotte, is secretaris van de Nederlandse Astronomen Club.

2.5.4. Het IRAS project.

Als lid van het wetenschappelijk team (JISWG) van IRAS heeft Raimond dit jaar mede verantwoordelijkheid gedragen voor het verkrijgen van de gegevens en de verwerking ervan. In het begin van het jaar heeft hij deel uitgemaakt van een "review board" die moest vaststellen of het grondstation in Engeland klaar was voor de lancering eind januari. Gedurende het voorjaar is veel tijd besteed op het Jet Propulsion Laboratory aan het bijstellen van de gegevensverwerkingsparameters en speciaal ook aan de aanpassing van de programmatuur voor de verwerking van de gegevens van de Lage Resolutie Spectrometer (LRS), waarvoor Raimond met Lugtenborg (Leiden) de verantwoordelijkheid draagt. In de loop van het jaar is de aandacht meer en meer verlegd naar het onderzoek naar de beste calibratie methode voor de LRS spectra. Zie ook paragraaf 2.3.9 (computergroep).

2.6. Algemene Zaken / Het Bureau.

2.6.1. Algemeen.

De hoofdtaken van het Bureau zijn de secretariële werkzaamheden 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, het ondersteunen van een aantal activiteiten die voortkomen uit de UK/NL-samenwerking, alsmede het beheren van de Radiosterrenwacht te Dwingeloo.

Naast de dagelijkse taken vroegen de volgende zaken aandacht:

- de vergadering met de buitenlandse adviseurs, die éénmaal in de drie jaren in Dwingeloo wordt gehouden en waaraan met groot enthousiasme door bestuur, directie, commissies en stafleden van de Stichting en universitaire astronomen werd deelgenomen.
- een doorlichting door de organisatie adviseurs Bakkenist, Spits en Co., ter bevordering van de doelmatigheid in het wetenschappelijk onderzoek. In opdracht van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen vindt momenteel bij een 60-tal instituten een onderzoek plaats naar het doelmatig functioneren.

Andere aandachtspunten waren de jaarlijkse subsidieaanvragen, het functiewaarderingsonderzoek en het energiebesparingsproject in Dwingeloo, waarover hieronder meer bijzonderheden volgen.

2.6.2. Personeelszaken.

In het laatste kwartaal 1983 werd een aanvang gemaakt met een functiewaarderingsonderzoek voor het personeel, een éénmaal per twee jaren terugkerend gebeuren. Het opstellen van de taakomschrijvingen is gebeurd, zo ook het opmaken van de beoordelingen. Begin 1984 zullen de beoordelingsgesprekken met de betrokkenen plaatsvinden, waarna het onderzoek wordt afgesloten met het vaststellen van bevorderingen. Dit onderzoek wordt van ZWO-zijde begeleid door Mevr. J.E.R. Aldenhuijsen.

In het kader van het inschalingsbeleid van de stafleden vonden enkele bevorderingen plaats.

Heel begrijpelijk in deze tijd bleef het aantal mutaties in het personeelsbestand beperkt.

In de administratieve sector wordt een tweetal functies omgezet in 80% deeltijdbanen, waarmede een plaats wordt gecreëerd voor een jonge kracht, eveneens in deeltijd. Twee staffuncties in het laboratorium werden omgezet in drie functies op MTS-niveau voor permanente vervulling op La Palma en Hawaii. Door het drastisch beperken van de activiteiten van de 25 m telescoop in Dwingeloo wordt de Telescoopgroep-Dwingeloo opgeheven en gaan de laatste twee medewerkers van deze groep de Computergroep - de dringend gewenste - versterking bieden. Door het voeren van een actief

studiebeleid en een flexibele opstelling van het personeel is RZM door de jaren in staat geweest via interne mutaties in te spelen op wijzigingen in het takenpakket.

Twee medewerkers, elektronici in de CTD, beëindigden in 1983 hun aanstelling voor één jaar onder de werkverruimende maatregel van het Gewestelijk Arbeidsbureau te Beilen. Eén van deze mensen ging aansluitend over in onze dienst in een permanente positie op La Palma.

In het verslagjaar boden wij een tiental stagiaires van HTS en MTS, voornamelijk uit de noordelijke provincies, een studieplaats bij de radiosterrenwachten. In het laatste deel van het jaar hebben wij een MBO-leerlinge 'verzorgende beroepen' als stagiaire gehad in Dwingeloo.

Het ziekteverzuim was in 1983 wederom verrassend laag 3,94% (1982 = 3.77%). Als dit een graadmeter is, dan kan worden gesteld dat de RZM'ers hun werk zeer gemotiveerd verrichten.

De Personeelsvereniging heeft in juni jl. een educatief uitstapje georganiseerd voor het gehele personeel + aanhang in het schitterende natuurgebied "De Wieden" in N.W. Overijssel. RZM was hier te gast bij "Natuurmonumenten"; onder leiding van een gids werd o.m. een eendekooi bezocht. Verder was er een speur-fietstocht georganiseerd door dit gebied. Deze dag werd met een gezamenlijke maaltijd afgesloten. Het geheel was zonder meer een topper!
Verder verzorgde de Personeelsvereniging een originele St. Nicolaasviering. Het is niet helemaal onwaarschijnlijk dat de buitenlanders onder ons van mening zijn, dat dit volkje zijn "heilige" feesten soms een ietwat merkwaardig tintje geeft.

Het personeelsblad "Telescopium" verscheen dit jaar vijfmaal.

2.6.3. Financiën.

Subsidie 1983 en 1984.

Ook in 1983 weken de toegekende bedragen zover af van de begrotingsaanvragen dat de begrotingen niet op de gebruikelijke wijze sluitend gemaakt konden worden. Het op het investerings subsidie resterende bedrag maakte het slechts mogelijk de allernoodzakelijkste investeringen te doen.

Het ziet er naar uit dat ook in 1984 in deze situatie vrijwel geen verandering zal komen. Er zal wederom een keus gemaakt moeten worden.

Een overzichtje van de subsidies 1983 en 1984 wordt gegeven in appendix C.

Meerjarenraming 1984-1988.

Gezien de nauwe verwevenheid van de stichtingen ASTRON en RZM, hebben de besturen van beide stichtingen in overleg met de directie van RZM en de werkgemeenschappen van ASTRON besloten tot

het opstellen van een gezamenlijk stuk "Sterrenkundige beleidsintenties 1984-1988". Aan dit stuk heeft RZM de "Meerjarenraming 1984-1988" toegevoegd en in augustus jl. met een begeleidend schrijven bij ZWO ingediend.

In een bespreking tussen RZM, ASTRON en het Gebiedsbestuur in oprichting voor de exacte wetenschappen (GiO-E) medio oktober is o.a. van gedachten gewisseld over de financiën voor de komende jaren. Van RZM-zijde is gewezen op de moeilijke jaren 1987-1991 wanneer aan de UK/NL samenwerking dient te worden bijgedragen middels de investerings-bijdrage én de volledige exploitatiebijdrage voor La Palma en Hawaii.

Financiële administratie.

Het inbrengen van de financiële administratie op de VAX 11/780 heeft een duidelijke verbetering gegeven in het snel verschaffen van informatie aan de directie.

Teneinde de gewoon subsidies aan het eind van een jaar zo snel mogelijk te kunnen afsluiten, is met ZWO afgesproken om voortaan verplichtingen aangegaan in jaar x, die eerst in jaar x+1 kunnen worden betaald - zoals bijv. de electra-, gas- en PTT-rekeningen van de laatste maanden - ten laste te brengen van het subsidie voor het jaar x+1.

2.6.4. UK/NL-samenwerking.

Meer RZM-medewerkers raakten betrokken bij deze samenwerking, hetzij middels hun werk in Dwingeloo hetzij middels een uitzending naar Engeland en La Palma. Gelukkig kan worden gesteld dat het de in het buitenland gedetacheerden met hun familieleden heel goed is bevallen, zowel het werk als de woon- en leefomstandigheden.

Met het uitzendreglement, dat een aantal materiële zaken voor de tewerkstelling elders regelt, is nu ruim een jaar in de praktijk gewerkt. Inmiddels is gebleken dat enkele wijzigingen hierin gewenst zijn; deze zijn aan ZWO voorgelegd.

Twee jongere elektronici werden in dienst genomen op permanente posities op La Palma en Hawaii; zij zullen na een inwerkperiode in de zomers van 1984 en 1985 naar hun standplaatsen vertrekken.

Er worden voorbereidingen getroffen voor de aankoop van een tweede woning op La Palma. Het ziet er naar uit dat op Hawaii woonruimte zal kunnen worden gehuurd.

2.6.5. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo.

Van veel belang blijkt steeds weer de goede ruimte waarover wij sinds 1982 beschikken. Dit noodt nederlandse en buitenlandse wetenschapsmensen om voor kortere en langere perioden op de Radiosterrenwacht te komen werken. Voor perioden van twee tot zes

maanden verbleven in Dwingeloo gasten uit Polen, de U.S.A., India en Australië.
Vele commissies uit de Nederlandse astronomische gemeenschap maken gebruik van de faciliteiten in Dwingeloo voor het houden van hun bijeenkomsten. Dit alles draagt zonder meer bij aan een goede wisselwerking tussen wetenschappers van buiten en binnen de stichting.

In ons gastenverblijf werden 300 overnachtingen geboekt. De fam. D. Fraser (CSIRO, Australië) verbleef vanaf juli t/m december in de stichtingswoning in Dwingeloo. De kantinedienst verzorgde het natje en droogje van gasten, bezoekers en eigen personeel.

In overleg met ZWO, en na contact met SVEN, werd afgelopen zomer aan het Ingenieursbureau Het Noorden B.V. de opdracht verstrekt een voorstudie te maken van een energiebesparings-programma voor Dwingeloo. Na een positief advies te hebben ontvangen werd overgegaan tot het uitvoeren van dit project, omvattende het isoleren van dak, muren en vloer van het oude dienstgebouw, het aanleggen van een warmtekrachtkoppeling installatie en het optimaliseren van de CV installatie. Dit gehele project kwam nog voor het einde van het jaar nagenoeg gereed. Verwacht mag worden dat de kosten van het project binnen ca. tien jaren zijn terugverdiend.

Tijdens de isolatiewerkzaamheden kwam aan het licht dat het dak van de conciergewoning dermate slecht is, dat isoleren zinloos was. Het dak zal in het voorjaar 1984 geheel vernieuwd en geïsoleerd moeten worden.

De winterperiode 1982/1983 werd benut om allerlei timmerkarweitjes te verrichten en om een aantal kamers in het oude gebouw een zeer nodige schilderbeurt te geven in eigen beheer.

De dienstauto R4 werd dit jaar vervangen door één van eenzelfde type.

2.6.6. Popularisering.

Ook in het verslagjaar is weer de nodige zorg besteed aan het onder de aandacht van het publiek brengen van het werk op de radiosterrenwachten te Dwingeloo en Westerbork. Voor hetgeen te Westerbork aan de popularisering werd gedaan, wordt verwezen naar het stukje hierover van de Telescoopgroep Westerbork.

Een groot aantal belangstellende toeristen werd in de zomermaanden op woensdagmiddag in de kantine ontvangen met een diavoorstelling en een uiteenzetting over het werk. Daarnaast werd op die dagen bij de radiotelescoop gelegenheid geboden aan het publiek tot het stellen van vragen aan RZM-medewerkers. Het enthousiasme is aan beide kanten groot!

Scholen van voortgezet onderwijs die in Drenthe een werkweek doorbrengen nemen graag een excursie naar de radiosterrenwacht op in hun programma. Verder werden talloze excursies verzorgd aan andere geïnteresseerden zoals de Stichting Vrije Leergangen - Amsterdam, MTS-Groningen, Arbeitskreis Astronomie - Dörpen/Ems,

Vereniging v. Sterrekunde - Antwerpen, NVWS - Friesland, Electrotechnische vereniging- Delft, Study Committee - Göteborg, Techn. Nat. Studievereniging - Enschede, Rijks Instituut Volksgezondheid - Bilthoven, Landmeetkundig gezelschap - Delft, Anatomisch lab. - Groningen, Rotary - Hoogeveen, Natuurmonumenten - Wanneperveen en de Griffie - Assen.

Extra aandacht werd geschonken aan het 50-jarig bestaan van de N.V.W.S. te Haarlem en het 10-jarig bestaan van de N.V.W.S. te Hoogeveen. Voor de N.V.W.S. te Assen werd een lezing met lichtbeelden gehouden.

Aan de Nationale Sterrenkijkdag werd in het voorjaar van 1983 tezamen met de Volkssterrenwacht Drenthe zowel in Westerbork als, bij wijze van experiment, in Dwingeloo medewerking verleend. Besloten werd deze activiteiten in de toekomst toch te concentreren in Westerbork.

Ter verbetering van de overdracht van informatie werden enkele tekstborden van de permanente informatiestands buiten vervangen door borden met een meer "weervaste" tekst.
De "luisterpalen" te Westerbork en Dwingeloo voldoen in een behoefte, getuige het aantal aanslagen van ca. 5000 per seizoen.

Met bescheiden financiële en technische hulpmiddelen en een flinke dosis inzet en vindingrijkheid zien de sterrenwachters toch van jaar tot jaar kans om heel veel belangstellenden te informeren over het astronomische werk en het "nut" van deze wetenschap.

3. ASTRONOMISCHE VERSLAGEN.

3.1. Astronomisch onderzoek van Stichtingsstafleden.

Redactie: A.G. de Bruyn

3.1.1. Inleiding.

Het astronomische onderzoek binnen RZM wordt voor het grootste deel gedaan door de zes leden van de astronomengroep en de wetenschappelijk waarnemers te Dwingeloo en Westerbork. Er wordt echter ook door een aantal stafleden van andere afdelingen van tijd tot tijd aan onderzoekprojecten meegewerkt, vaak aan die met een specialistisch karakter. Dit verslag bundelt het resultaat van hun onderzoekingen. Net als vorig jaar zal de rapportage minder in details vervallen; ook zal er niet gestreefd worden naar compleetheid. Degenen die hier wel belangstelling voor hebben worden verwezen naar het Engelstalige deel, sectie 4.3.1.

Het verslag valt uiteen in drie delen die elk binnen één van de drie landelijke werkgemeenschappen van de Stichting ASTRON passen. Veel onderzoek gebeurt echter over de grenzen van de werkgemeenschappen heen.

Het zwaartepunt van het wetenschappelijk onderzoek binnen RZM ligt bij extragalactische radiobronnen. Vooral actieve stelsels worden uitvoerig bestudeerd; in het radiogebied m.b.v. de WSRT, de VLA en VLBI, en verder in het optische- en röntgen-gebied.

Bij het galactisch onderzoek zijn het traditioneel de supernovaresten die veel aandacht kregen. Dit onderzoek lijkt aan een renaissance bezig.

Het onderzoek van de zon beslaat slechts een klein deel van de Stichtings onderzoek inspanning.

3.1.2. Onderzoek aan de zon.

Het onderzoek hing voor een belangrijk deel samen met waarnemingen gedaan in verband met het zons-maximum programma (S.M.Y.). Het omvatte zowel onderzoek naar de structuur van rustige activiteitscentra (zonnevlekken met hun omgeving) als van zonnevlammen. Een rustig zonnevlekkengebied werd geanalyseerd door Slottje in samenwerking met collega's in Italië (Florence en Turijn) en Japan (Toyokawa). Door radiokaarten van de WSRT te vergelijken met waarnemingen in het gebied van ultra-violette en zachte röntgenstraling (verkregen met de S.M.M.-satelliet) en ook met kaarten in zichtbaar licht (van de observatoria Big Bear, Sacramento Peak in de V.S. en Meudon in Frankrijk) kon de horizontale en de verticale structuur ook ten dele getalsmatig worden bepaald. Door deze

combinatie van gegevens kon het stralingsmechanisme worden vastgesteld en vervolgens de magnetische veldsterkte, maar ook de hoogte boven de fotosfeer van het (in dit geval) vlak waar de veldsterkte 900 Gauss bedraagt. Eén der resultaten is dat vastgesteld kon worden dat boven een grote vlek, met op de fotosfeer een veldsterkte van ongeveer 3000 G, de veldsterkte van 900 G niet hoger dan 3000 km daarboven heerst, in een gebied waar overigens temperaturen en deeltjes-dichtheden heersen als in de corona. De overgangslaag naar de corona is hier dus opvallend dun.

Het onderzoek naar de ruimtelijke structuur van zonnevlammen richtte zich op een vlam die zich langs twee ongeveer evenwijdige linten voltrekt. Zulke vlammen behoren tot een bijzondere klasse en zijn meestal krachtig. Deze vlam had eerder de aandacht getrokken door het mogelijk voorkomen van zeer snelle stralingsflitsen. Het onderzoek daarnaar leverde echter geen resultaat. Omdat de vlam in de ochtenduren plaatsvond werd samenwerking gezocht met oostwaarts gelegen observatoria. Slottje werkte hieraan met J. Kaastra (Utrecht) en collega's te Ondrejov (Tsjechoslowakije) en Debrecen (Hongarije). Weer werd gewerkt met een combinatie van gegevens: radiokaarten met groot tijdoplossendvermogen (WSRT), radiospectra en fluxmetingen (Dwingeloo en Ondrejov), kaarten in het rode waterstoflicht (Hα, Debrecen), röntgen metingen (met de Russische Prognoz-8 satelliet) en kaarten van het fotosferische magnetisch veld (Meudon, Frankrijk). Hiermee kon de hele ontwikkelingsgang van de vlam worden beschreven. Een reeks eerder verkregen resultaten werd geverifiëerd en gepreciseerd en enkele nieuwe inzichten werden verkregen. Het ging daarbij om inzichten in het proces van ontsteking van de vlam door een kleine vlam op grote afstand, de ontplooiing van het magnetische veld in het vlamgebied tijdens de vlam, de versnelling van deeltjes zowel omlaag als omhoog, de bronomvang van impulsieve stoten in radio- en harde röntgenstraling en de vorming van een schokgolf die zich tot een interplanetaire schok zou ontwikkelen.

Het reeds lang lopende project van waarneming, met groot oplossend vermogen in tijd, van spectra van radio-zonnevlammen, uitgevoerd te Dwingeloo, werd in december door Slottje beëindigd. Daarmee was de verzameling van waarnemingen gedurende 15 jaar (1,5 zonne-activiteits-cyclus) voltooid. Er is hiermee een opmerkelijk volledig overzicht verkregen over de soorten fijnstructuren, vaak in zeer korte tijd verlopend, die zich voordoen in spectra van zonnevlammen tussen golflengten van 2 m tot 30 cm. Dit onderzoek heeft vele onbekende verschijnselen aan het licht gebracht. De interpretatie daarvan heeft nieuw inzicht gegeven in een aantal plasmafysische onstabiliteiten, wisselwerkingen van golven onderling en met deeltjesstromen, in magnetische veldsterkten en structuren. De waargenomen verschijnselen spelen zich af in de onderste lagen van de corona.

3.1.3. Galactisch onderzoek.

Bij het onderzoek van ons melkwegstelsel is de onderverdeling in de volgende drie deelgebieden een zinvolle en ook gebruikelijke:
1) studie van de grote schaal eigenschappen,
2) gedetailleerd onderzoek van het interstellaire medium, en
3) onderzoek van individuele diffuse objecten.
Deze onderverdeling is in het vorig jaarverslag uitvoeriger beschreven. Binnen RZM ligt de nadruk op extragalactisch onderzoek en het zal duidelijk zijn dat wij dan ook slechts een bescheiden bijdrage aan het onderzoek van ons melkwegstelsel kunnen leveren. Daarbij concentreren wij ons op de onder sub 2 en 3 genoemde deelgebieden en met name op die aspecten daaruit waar de WSRT een belangrijke bijdrage kan leveren.

Supernova resten.

Sinds de ingebruikname van de WSRT heeft het onderzoek van supernova resten een prominente rol vervuld. Supernovae, het eindstadium van vele, en vooral de massieve, sterren spelen een fundamentele rol bij de processen die de samenstelling en structuur van het interstellaire medium bepalen. Door de grote hoeveelheid energie en materie die bij supernova explosies vrijkomt - in de vorm van straling en met hoge snelheid bewegende gasmassa's - kan elke supernova een gebied van honderden lichtjaren diameter beïnvloeden. Als de frequentie van SN explosies (SNe) nu maar hoog genoeg is, is het mogelijk dat het gehele interstellaire medium continu bezig is met het zich "aan te passen" aan de meest recente explosie in zijn omgeving. De frequentie van SNe in ons melkwegstelsel is dus een belangrijke grootheid. Daarvoor is nodig dat we van alle supernova resten (SNR) de leeftijd kennen. Een bijzondere SNR waarvan de leeftijd ter discussie staat heeft de naam CTB80 en is al enige jaren het onderwerp van onderzoek door Strom in samenwerking met een aantal buitenlandse astronomen. Het is een zeer complexe SNR die uit twee concentrische maar schijnbaar onafhankelijke delen bestaat. Het meest compacte deel heeft een afmeting van slechts enkele boogminuten en wordt onderzocht op radio-, optische- en röntgen golflengten. Uit die onderzoekingen blijkt dat er in een tijdspanne van slechts 28 jaar significante veranderingen in de structuur van het optische beeld hebben plaatsgevonden (Fig. 3.1.1). Dit zou er op kunnen duiden dat het object nog zeer jong is. Strom suggereert dan ook dat het object gerelateerd is aan de "gastster" die in het jaar 1408 door Chinese astronomen is gezien. Als deze identificatie correct is brengt dit het aantal bekende SN explosies uit de afgelopen 1000 jaar op zeven! En dat zijn dan alleen nog maar de SNe in "ons" deel van het melkwegstelsel. De röntgen data suggereren dat CTB80 een compacte bron bevat die misschien behoort bij het overblijfsel van de geëxplodeerde ster.

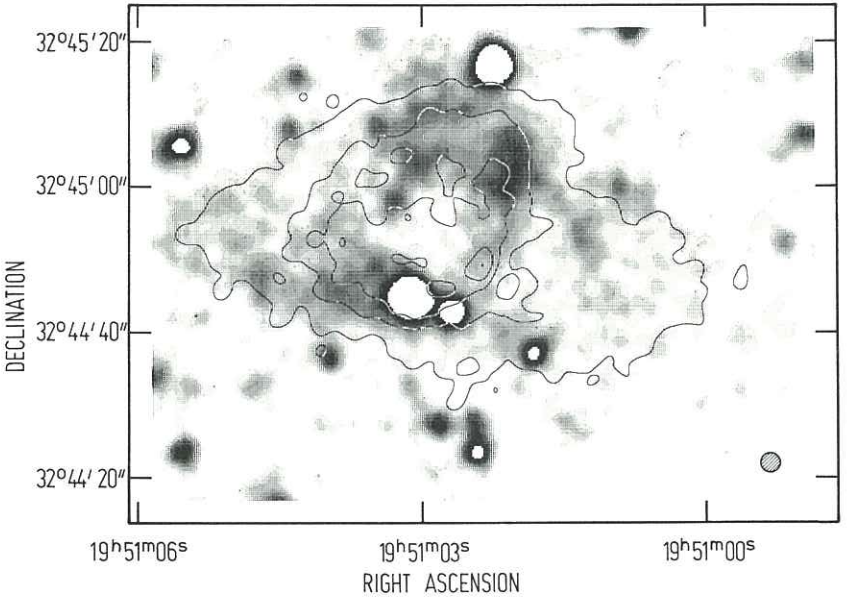


Fig. 3.1.1.

Optische waterstof (Hα) emissie (grijs) van de centrale component van de supernovarest CTB80. De contouren tonen de radio emissie van dit object aan. Duidelijk is de goede overeenkomst tussen radio (niet-thermische) en optische (thermische) emissie.

Optical Hα emission (in gray) from the central component of the peculiar supernova remnant CTB80. Contours show the radio emission in this 6 cm VLA map. The excellent overlap between radio (non-thermal) and optical (thermal) emission is obvious.

Een soortgelijke compacte röntgenbron bevindt zich in de SNR CTB109 die door Harten en collega's in kaart is gebracht op radiogolflengten. Hierbij zijn drie verschillende radiotelescopen betrokken. Men heeft echter geen nader verband kunnen leggen tussen de uitgebreide radiobron en de compacte röntgenbron, die ook röntgenpulsaties vertoont. Dit laatste duidt erop dat we hier te maken hebben met een pulsar, d.w.z. neutronenster.

Tot voor enkele jaren geleden bestond de studie van supernova resten voornamelijk uit de bestudering van de bij de SNe uitgestoten materie. We zullen de naam supernova rest echter wat preciezer moeten gaan omschrijven. Naast de ijle diffuse restanten van een supernova explosie wordt er namelijk steeds vaker ook een zeer compacte bron ontdekt binnen de grenzen van de supernova rest. Deze bron is zo goed als zeker het gecondenseerde overblijfsel van de oorspronkelijke ster; in bijna alle gevallen gaat het dan om een neutronenster. Naast de beroemde neutronenster in de Crab Nevel en de twee hierbovengenoemde objecten, CTB80 en CTB109, is er nog een ander object dat misschien in deze categorie thuishoort. Dat object, waar ook in het vorig jaarverslag al over gerapporteerd is, heet SS433. Het bevindt zich in het midden van een radiobron die op een uitgebreide SNR lijkt. Of die interpretatie helemaal correct is, is nu echter aan enige twijfel onderhevig. SS433 is namelijk een dubbelster systeem waarbij één van de twee sterren een neutronenster is met daaromheen een accretieschijf. Langs de rotatie-as van die accretieschijf is een sterk gerichte uitstroming van materie ontstaan waarbij quasi-periodiek plasma wolken in ontstaan. De radiostraling daarvan is door Schilizzi en een groep medewerkers in kaart gebracht m.b.v. het Europese VLBI netwerk. Door de grote snelheid waarmee deze plasma wolken bewegen, één-vierde van de lichtsnelheid, zijn van dag tot dag veranderingen in de structuur merkbaar. Een serie metingen die in december 1982 werd gedaan is dit jaar gecorreleerd en geanalyseerd (Fig. 3.1.2). Door de hoekbeweging van de radiogebieden te meten kon van een aantal gebieden de ontstaansdatum bepaald worden. Deze bleken goed overeen te stemmen met pieken in de totale fluxdichtheid van de bron.

De figuur toont ook de goede overeenstemming tussen de locaties van de radio wolken en de voorspellingen van een optisch model van een aan precessie onderhevige rotatie as, tevens uitstootrichting.

Een opmerkelijk resultaat van deze metingen is verder de grote mate van asymmetrie in de radiohelderheidsverdeling. In dit opzicht lijkt SS433 veel op zijn krachtiger extragalactische soortgenoten.

Het interstellaire medium.

Zoals in het vorig jaarverslag al werd vermeld worden SNR ook gebruikt om de zeer fijnschalige structuur en eigenschappen van het interstellaire medium te bepalen d.m.v. de absorptie van hun

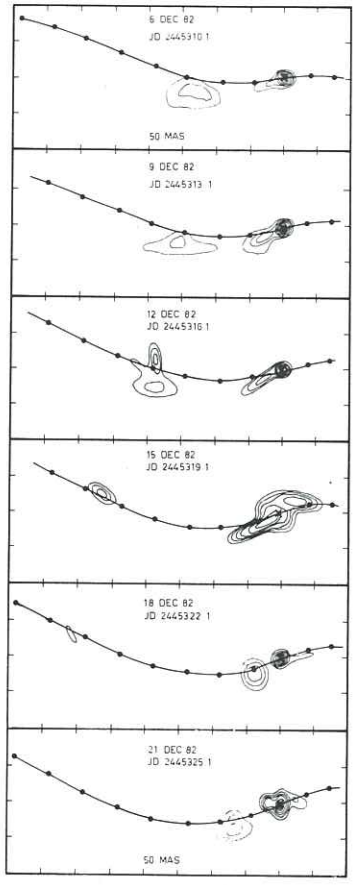


Fig. 3.1.2.

Serie contourkaarten van SS433 gemaakt m.b.v. data van het Europese VLBI netwerk. De afbeeldingsbundel meet 10x10 milliboogseconden. Op basis van een (optisch) model is voorspelbaar hoe de uitgestoten materie zich over de hemel zou moeten verplaatsen. Dit is aangegeven door de lijn met knopen; de knopen staan op een onderlinge afstand van 6 dagen. Het centrum is aangegeven met een kruis.

Contour maps of models for SS433 at the epochs of European VLN measurements. Contour levels are 2,5,10,20,50 and 80% of the peak intensity. North is up, east to the left; the beam is 10x10 milli-arcsec. The curves drawn through the structures represent the expected trajectories of blobs on the kinematic model of Abell and Margon (1979) with parameters from Margon et al (1980); the dots are spaced by 6 days. A cross marks the assumed centre of the structure.

straling door dat medium. Dit is al jarenlang een onderzoeksgebied waar de WSRT kwalitatief ongeëvenaarde prestaties kan leveren. Het gebruik van juist SNR als achtergrond bronnen heeft te maken met hun grote radio oppervlaktehelderheid, waardoor zeer kleine hoeveelheden absorberende materie gemeten kunnen worden. Albinson en collega's in Groningen brachten aldus de verdeling van neutrale waterstof (HI) langs de gezichtslijn tussen ons en Tycho's SNR in kaart (zie Fig. 3.1.3). Door de absorptie karakteristieken op aangrenzende frequenties, d.w.z. snelheden, te vergelijken wordt een beeld verkregen van de ruimtelijke verdeling van het absorberende gas. Hierbij werden zeer smalle filamentachtige structuren ontdekt met afmetingen van slechts enkele tienden van een parsec.

Een vergelijkbaar soort meting werd gedaan op de SNR Cas A, de sterkste radiobron in het melkwegvlak. Hier was het doel echter om de magneetveldsterkte in de absorberende waterstofwolken/filamenten te bepalen. Dit soort metingen vereist enerzijds een zeer sterke radiobron, en dus Cas A, en anderzijds een zeer stabiele synthese telescoop, de WSRT. Het resultaat van deze metingen, die zijn uitgewerkt door Albinson, Bregman en collega's vindt U in Fig. 3.1.4. Als de sterkte van het magneetveld vergeleken wordt met de optische diepte van de absorptie lijn, die een maat is voor de hoeveelheid gas, blijkt dat er geen eenduidige correlatie bestaat. In simpele modellen zou dit wel verwacht worden. De analyse van deze gegevens is in een vergevorderd stadium.

3.1.4. Extragalactisch onderzoek.

Het onderzoek op dit gebied houdt zich voornamelijk bezig met sterrenstelsels, hun vorm, samenstelling, dynamica, evolutie en onderlinge interacties. Er wordt op dit gebied door vrij veel Stichtingsmedewerkers onderzoek bedreven. Onze kijk op deze bezigheden begint bij de meest actieve component, het centrum of de kern.

De kernen van melkwegstelsels.

In of nabij het centrum van een melkwegstelsel bevindt zich een compact gebied, soms aangeduid door een grote hoeveelheid emissie in verschillende golflengte gebieden, soms nauwelijks herkenbaar, en dat noemen wij de kern. Uit onderzoek is gebleken dat de kern een zeer grote massa dichtheid bezit, en soms de bron is van een aanzienlijke hoeveelheid energie dat zich kan manifesteren in bijvoorbeeld de buiten componenten van dubbele radiobronnen. Melkwegstelsel-kernen vormen dan ook een belangrijk onderdeel van ons onderzoek op het extragalactische vlak.

De kleine afmeting van een kern gekoppeld met de grote afstand naar zelfs "dichtbije" melkwegstelsels vereist het gebruik van waarneemtechnieken met groot hoekoplossend vermogen. Hiertoe

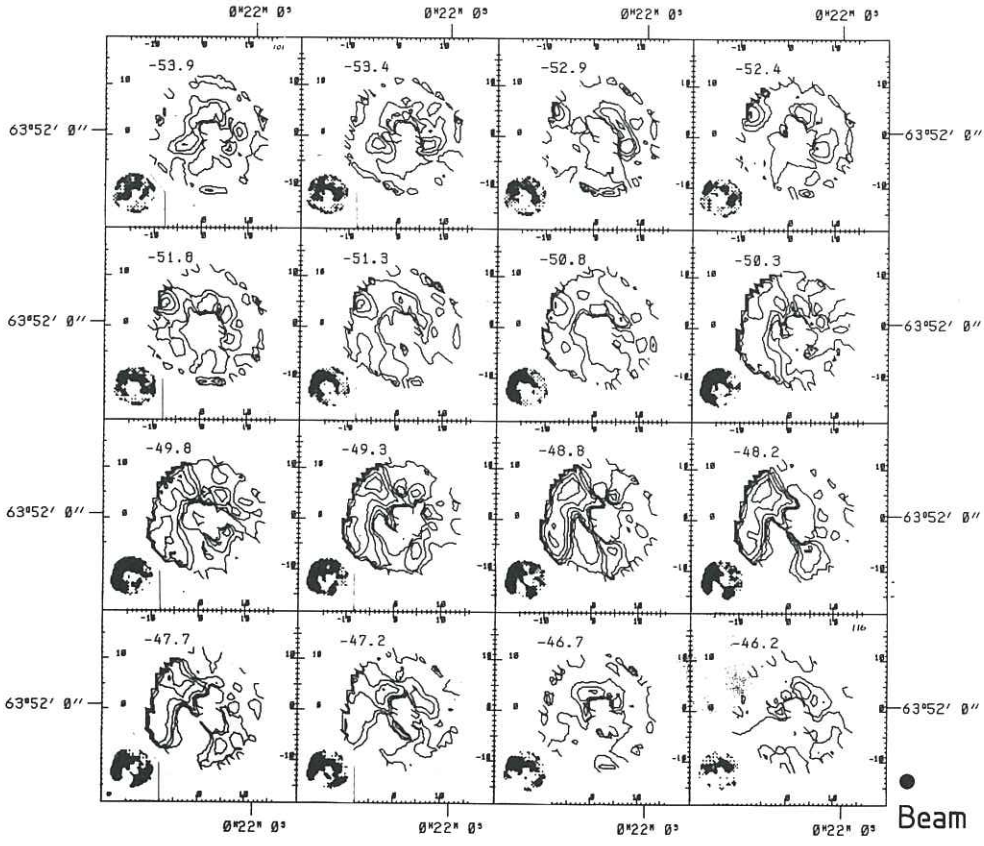


Fig. 3.1.3.

Verdeling van HI absorptie over de bron 3C10 (Tycho's SNR) bij een selectie van radiële snelheden in stappen van 0,5 km/s. De snelheid staat linksboven in de frames, de afbeeldingsbundel rechtsonder. De hoekafmeting van de bron is 8' en als we aannemen dat het absorberende medium op 2 kpc afstand staat komt dit overeen met ongeveer 5 pc. De contouren van gelijke optische diepte (τ) zijn getekend op τ=0, 0,2, 0,5, 1, 2 en 3. De grijsschaal geeft dit op een andere manier weer.

Channel maps of HI absorption in the Perseus Arm towards 3C10. The contours show τ=0.0, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0. The grey scale inserts should distinguish holes from hills. The supernova remnant is ≈8' across. The numbers in the top LH corner show the radial velocity (LSR) of each channel.

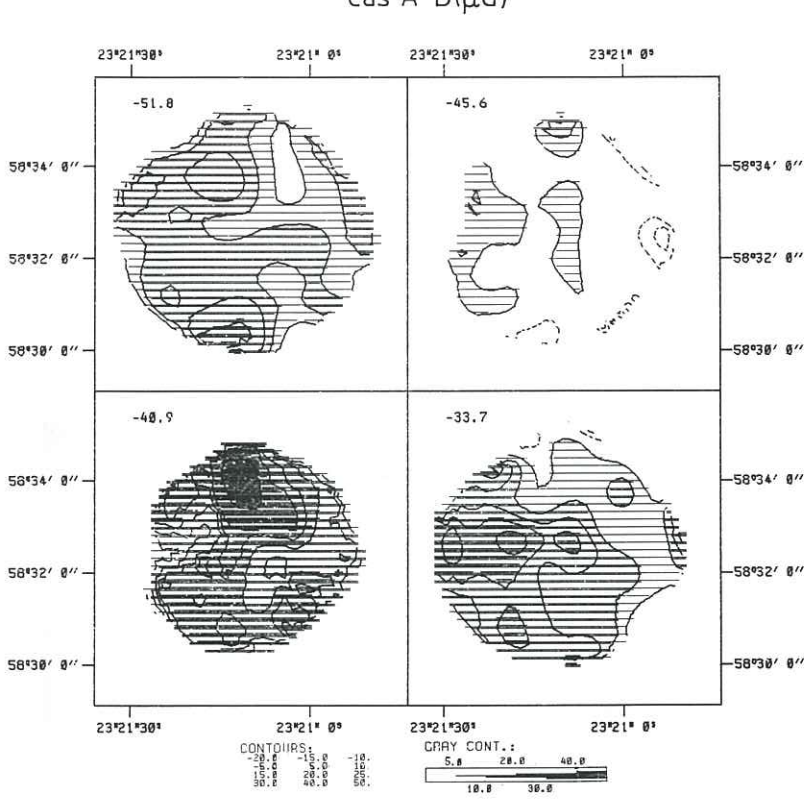


Fig. 3.1.4.

Verdeling van de magneetveldsterkte in de interstellaire wolken in de richting van Cas A. Bij vier verschillende snelheden zijn contouren van veldsterkte gegeven volgens de sleutels onder de figuren. De maximaal gemeten magneetveldsterkte is ongeveer 60 μG.

The magnetic field in the Perseus arm absorption feature towards Cas A. The contours are (negative dotted) -10, -5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 μGauss. The figure in the top lefthand corner is the mean radial velocity of the map. The maps have been smoothed to 60" resolution and channels have been added together to increase signal to noise.

levert de zgn. Very Long Baseline Interferometry (interferometrie gedaan met telescopen op grote afstand van elkaar verwijderd en niet door draden gekoppeld) of VLBI, met zijn weergaloze hoekresolutie, een steeds belangrijker bijdrage. Een voorbeeld van een VLBI kaart van een steil spectrum radiobron wordt getoond in Fig. 3.1.5. (uit een studie van Schilizzi, C. en R. Fanti, P. Parma (Bologna) en W.J.M. van Breugel (Steward Observatory)). Met deze techniek hebben Schilizzi, P.N. Wilkinson (Jodrell Bank), G.K. Miley, P.D. Barthel (Leiden) en T.J. Cornwell (NRAO) ook een studie gemaakt van de kern van het grootste radiostelsel (aangeduid met de "naam" 3C236). Een fascinerende ontdekking is de aanwezigheid van een smal strookje emissie gericht naar een van de buiten componenten van dit reuze stelsel. Zoals in het geval van andere zgn. "jets" vermoedt men dat deze emissie afkomstig is van het kanaal waardoor energie naar buiten toe gaat.

Soortgelijke studies van "jets" vormen een belangrijk onderdeel van het onderzoek van Neff. Ze heeft VLBI waarnemingen gedaan van een aantal quasars (dit zijn compacte radiobronnen op zeer grote afstand, waarvan de ster-achtige optische emissie waarschijnlijk afkomstig is van de zeer actieve kern van een melkwegstelsel) met vervormde radio emissie. Uit model berekeningen blijkt dat deze vervorming het gevolg kan zijn van precessie in de centrale "motor". In samenwerking met J. Benson (NRAO), T. Muxlow en M. Julian (Jodrell Bank) is ze tot de conclusie gekomen dat materie in de jet beweegt met een relativistische snelheid. Sommige modellen voorspellen dan ook de aanwezigheid van heet gas, in overeenstemming met de waargenomen röntgen-emissie.

Neff en De Bruyn hebben studies gedaan van een aantal Seyfert stelsels (dit zijn melkwegstelsels met een actieve kern, maar waar de hoeveelheid energie minder is dan in het geval van de quasar), en vinden ook hier aanwijzingen voor de toevoer van energie van de kern naar buiten toe. In één van deze objecten is een studie van de variabiliteit van de flux dichtheid gaande, waardoor men informatie kan winnen over nog kleinere schalen dan direct meetbaar is. De Bruyn is ook betrokken bij soortgelijke waarnemingen van de optische spectra van een aantal Seyfert stelsels, waar enkele interessante gevallen van variabiliteit tot nu toe zijn gesignaleerd. Een andere methode om iets over de afmeting van radiobronnen te weten te komen zonder grote hoek resolutie, maakt gebruik van de zelf-absorptie van synchrotron straling op lage frequenties. Hiermee is Spoelstra, in samenwerking met Gopal-Krishna en A. Patnaik (Bangalore, India) bezig om de flux dichtheid van een aantal bronnen op 21 cm met de WSRT te bepalen. Het vermoeden is dat deze bronnen misschien quasars zijn op zeer grote afstand.

In het optisch gebied hebben De Bruyn en Van Groningen (Leiden) hun analyse van de spectra van zo'n dozijn Seyfert stelsels voortgezet. In de zwakke vleugels van bepaalde emissielijnen vinden zij aanwijzingen voor een gebied dat misschien belangrijke informatie geeft over de toevoer van energie van de kern naar

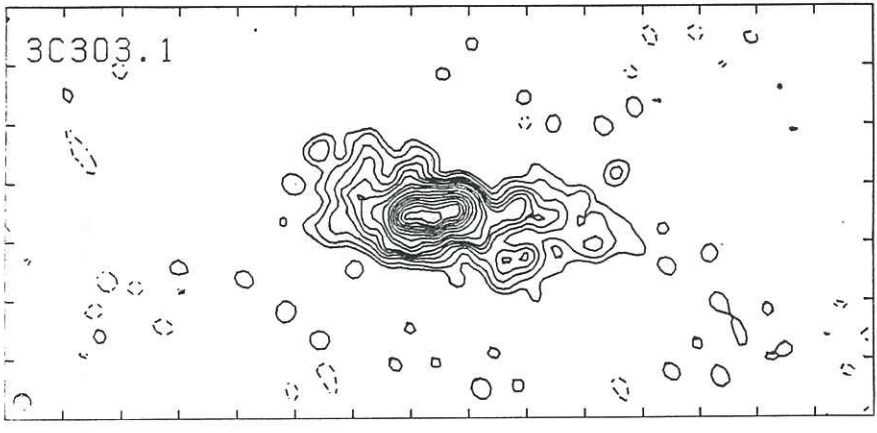


Fig. 3.1.5.

Contourkaart van het radiomelkwegstelsel 3C303.1 op een golflengte van 18 cm. De kaart kwam tot stand door data van het Europese VLBI netwerk en MERLIN, een radio interferometer netwerk in Engeland, met elkaar te combineren. Hierdoor zijn zowel de kleine als de grote schaalstructuren te zien. De afbeeldingsbundel heeft een afmeting van 30 milli-boogseconden. Streepjes langs de assen staan 100 milli-boogseconden van elkaar. De aard van deze bron, en vele in zijn klasse, is nog goeddeels onbegrepen.

A combined EVN + MERLIN map of 3C303.1 at 18 cm. The contour levels are: -0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30,...100% of the peak (118.5 mJy). The beam is 30x30 milli-arcseconds in size, and the axes are graduated in units of 100 milli-arcseconds.

buiten toe. Ook op dit aspect van bepaalde variabele bronnen, maar dan met betrekking tot grotere afstanden van de kern, werkten De Bruyn en Schilizzi. Zij vonden dat bijna alle onderzochte bronnen, ondanks hun zeer kleine kernen, ook heel zwakke uitgebreide emissie bevatten (op een niveau van 0,1% of minder t.o.v. de kern). Aan een soortgelijk onderzoek werkten Strom en P. Biermann (MPI, Bonn), en zij vonden ook dat in veel gevallen compacte bronnen samengaan met een kleine hoeveelheid uitgebreide emissie.

Veel zwakkere kern-emissie komt voor in spiraalstelsels, een onderwerp waaraan Van der Hulst, E. Hummel (MPI, Bonn) en J.M. Dickey (Universiteit van Minnesota) hebben gewerkt. Het belangrijkste resultaat betreft de emissie van de complexe, uitgebreide kerncomponenten, die zich vnl. in stelsels bevinden met een populatie van jonge, hete sterren. Een mogelijke verklaring voor dit verschijnsel is dat het voortvloeit uit de grote hoeveelheid energie die vrijkomt met het ontstaan van vele nieuwe sterren.

Radiostelsels - hun structuur van grote schaal.

Uitgebreide radiobronnen strekken zich uit tot afmetingen veel groter dan de grootste (zichtbare) sterrenstelsels. Studies van deze reuze objecten hebben verschillende invalshoeken. Enerzijds bevatten ze informatie over de energie die uit sterrenstelselkernen vrijkomt, anderzijds kunnen wij iets afleiden over de eigenschappen van de materie tussen stelsels. Beide aspecten zijn te bespeuren in studies gedaan in Dwingeloo tijdens het laatste jaar.

Hanisch, samen met Strom en W.J. Jaffe (Space Telescope Science Institute), heeft metingen gedaan met de WSRT van een zeer uitgebreide bron dichtbij het radiostelsel Coma A (een sterke radiobron in het sterrenbeeld Hoofdhaar van Berenice). Daar deze bron ook in de richting ligt van een van de rijkste "clusters" (een reuze groep van melkwegstelsels), waren er vóór het uitvoeren van dit onderzoek drie mogelijke interpretaties van deze bron. Het zou nl. (a) een component van Coma A kunnen zijn; (b) een difuus object behorend bij de cluster maar geen onderdeel van een enkel sterrenstelsel; of (c) een apart radiosterrenstelsel. De nieuwe waarnemingen van zeer hoog dynamisch bereik (nodig vanwege de aanwezigheid van de sterke Coma A) hebben mogelijkheid (a) vrijwel zeker uitgesloten. De radiokaarten tonen een symmetrische structuur aan die vaak voorkomt in gewone dubbele radiobronnen. Bovendien hebben zij een sterrenstelsel gevonden dat mogelijk geïdentificeerd zou kunnen worden met de bron. Dit object ligt achter de cluster, dus de voorlopige conclusie is dat het radiostelsel gewoon een achtergrondbron is.

In een verwant project heeft Hanisch waarnemingen van de sterke radiobron 3C123 (geïdentificeerd met een sterrenstelsel op grote afstand) uitgevoerd om daarmee mogelijke buitencomponenten in kaart te brengen. Uit eerdere waarnemingen gedaan met de 100 m telescoop heeft men geconcludeerd dat zulke reuze componenten

misschien aanwezig zouden zijn. Met het oog op de aanzienlijke sterkte van 3C123 was een groot dynamisch bereik onontbeerlijk. In een 21 cm WSRT meting is dit gelukt, met een dynamisch bereik op sommige plaatsen van 20.000 op 1. Hiermee heeft Hanisch aangetoond dat de zgn. buitencomponenten niets anders zijn dan achtergrondbronnen die bijna zeker niets met 3C123 te maken hebben.

Strom en R.G. Conway (Jodrell Bank) zijn bezig met 610 MHz waarnemingen van 27 radiobronnen uit de 3C catalogus. Het bijzondere van deze bronnen is dat ze vrij sterk gepolariseerd zijn op alle kortere golflengten. Dit betekent dat de dichtheid van geïoniseerde materie in de bronnen vrij laag moet zijn (anders zou depolarisatie door Faraday dispersie optreden). Van de gemeten bronnen zijn ongeveer de helft ook sterk gepolariseerd op 610 MHz - een voorbeeld is te zien in Fig. 3.1.6. De kaarten zijn gemaakt van vijf korte metingen - in totaal 75 minuten waarneemtijd per object. De kwaliteit is in het algemeen goed.

In hun WSRT metingen van zeer compacte bronnen hebben De Bruyn en Schilizzi enkele voorbeelden gevonden van objecten met heel zwakke uitgebreide emissie. In het geval van 3C120 zijn er componenten ontdekt met een afmeting van minstens 7' en misschien zelfs 15', veel uitgebreider dan eerder het vermoeden was (Fig. 3.1.7.). Bovendien gaat deze structuur in verschillende richtingen t.o.v. de kern, hetgeen hun eerder gedane suggestie versterkt dat de hoofdas van de kern (die de uitstotingsrichting bepaalt van de buiten componenten) variëert met de tijd.

Hanisch en Neff hebben gewerkt aan WSRT metingen van een bijzondere radiobron geassocïëerd met een spiraal- of ander type niet-elliptisch stelsel (sterke radio bronnen zijn nagenoeg uitsluitend het resultaat van activiteit in de kernen van elliptische stelsels). De radio emissie bevat een lange, smalle strook langs de hoofdas van het stelsel. De radio emissie komt uit een gebied dat minstens tien maal groter is dan het optische beeld. Aan de mogelijke oorsprong van dit bijzondere object wordt nog gewerkt.

Groepen van sterrenstelsels - de zgn. clusters.

Het onderzoek op dit gebied houdt zich vnl. bezig met enerzijds de componenten van clusters (melkwegstelsels, gas wolken, enz.) als afzonderlijke eenheden en anderzijds hun onderlinge interacties en bijdrage aan cluster evolutie. Het onderzoek van het afgelopen jaar was gericht op de mogelijke invloed van het cluster milieu op de sterkte van radiobronnen en de diffuse, zeer uitgebreide radiocomponenten (zgn. halo's) aanwezig in sommige clusters.

Om met het laatste te beginnen, Hanisch heeft zijn studie van de cluster Abell 2124 afgerond. De WSRT 50 cm waarnemingen vertonen geen halo emissie. Zulke emissie blijkt alleen in enkele zeer bijzondere clusters aanwezig te zijn, en dit onderzoek programma onderstreept hoe zeldzaam het verschijnsel is.

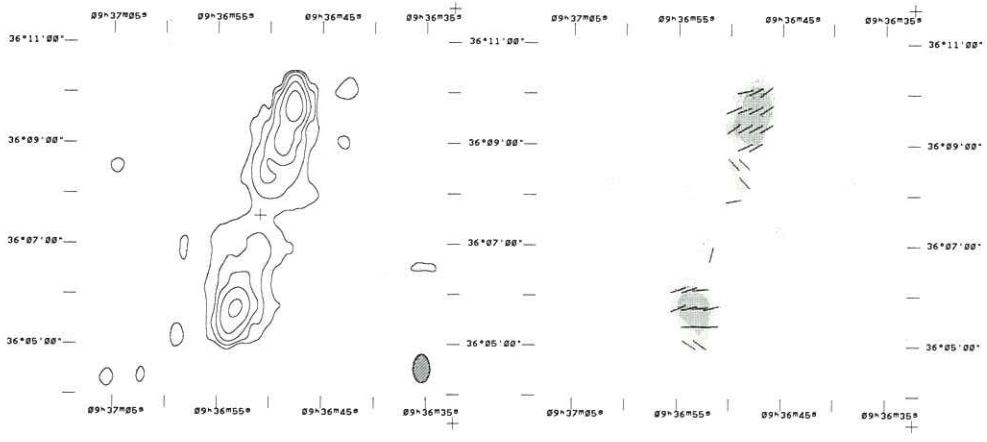


Fig. 3.1.6.

Het radiostelsel 3C223, een klassieke dubbele bron. Links, de totale intensiteit met het optische object (een melkwegstelsel) aangegeven d.m.v. een kruis. Rechts, de gepolariseerde emissie.

The radio galaxy 3C223, a classical double radio source. Left, the total intensity map, with the parent galaxy shown by a cross. Right, the polarized emission.

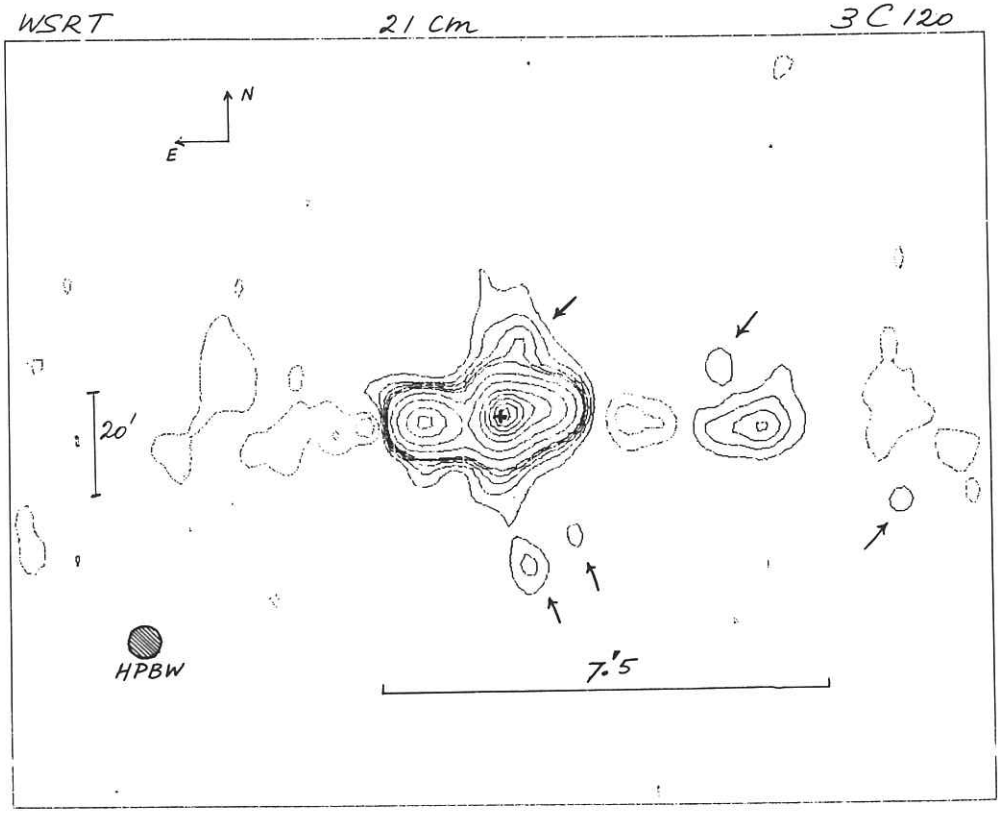


Fig. 3.1.7.

Contourkaart van de "superluminal" radiobron 3C120 zoals gemeten met de WSRT in redundantie mode op 21 cm. De zeer intense centrale kern, waarin de sneller-dan-licht snelheden voorkomen, is van de kaart verwijderd (bij het kruis). De grote hoekafmeting van de bron maakt het zeer onwaarschijnljk dat deze bron uitgestrekt is langs de gezichtslijn, zoals de standaard interpretatie van dit type bronnen vereist. Merk op dat de schaal in de noord-zuid richting sterk gecomprimeerd is.

Smoothed map of 3C120 at 21 cm after subtraction of a core (at the cross) of 3.25 Jy. Tne beam measures 34"x365" at half width; note that the declination scale has been compressed to yield a circular beam. Contours are at -5, -2.5, 2.5 (2.5) 12.5, 25, 50 (50) 300 mJy/beam. Arrows point to unrelated discrete background sources visible in the full resolution map.

In een verwant project heeft Hanisch de reductie van metingen van twee andere clusters voltooid. Het bijzondere van deze clusters is dat ze een ongewone hoeveelheid dubbele sterrenstelsels bevatten, en ze werd gemeten met het oog op de mogelijkheid dat dubbele stelsels in het cluster milieu misschien vaker sterke radio emissie zouden vertonen. In tegenstelling tot deze verwachting waren geen van de stelsels als radiobronnen gedetecteerd. Uit andere studies is echter af te leiden dat dubbele stelsels vaker radio emissie vertonen, maar op een betrekkelijk laag niveau.

Samen met J.O. Burns (Universiteit van New Mexico) en R.A. White (NASA-Goddard Space Flight Center) heeft Hanisch 37 clusters onderzocht met de WSRT op 21 cm. Dit zijn allemaal clusters met betrekkelijk weinig sterrenstelsels en het doel was om na te gaan in hoeverre de cluster invloed zou hebben op de radio-eigenschappen. Ze hebben echter geen nieuwe uitgebreide radiobronnen gevonden waarvan de structuur invloed suggereert van het cluster gas. Wat ze wel hebben ontdekt is een correlatie tussen radio emissie in stelsels en de aanwezigheid van een zeer nauwe begeleider. Dit gebeurt alleen onder de zwakke radio bronnen en impliceert dat op dit niveau de interacties tussen stelsels invloed kunnen hebben op hun radio activiteit.

De radio emissie en samenstelling van gewone melkwegstelsels.

Het onderzoek op dit gebied betreft de eigenschappen en evolutie van melkwegstelsels. Er zijn bijv. kinematische studies gedaan door middel van lijn emissie van waterstof gas, maar er is ook gewerkt aan de continuum straling van spiraalstelsels. De betrokken stelsels zijn "gewoon" alleen in de zin dat ze geen sterke continuumstraling bevatten (de dubbele radiobronnen zijn hiermee uitgesloten). Verder zijn ook hun onderdelen (exploderende sterren, supernova resten e.d.) een onderwerp voor studie.

De emissie van waterstofgas stelt ons in staat de rotatie en andere kinematische eigenschappen van sterrenstelsels te bepalen. Vanzelfsprekend is de aanwezigheid van waterstofgas een voorwaarde voor zulke studies. Elliptische stelsels hebben bijv. überhaupt weinig gas, maar in een enkel geval is waterstof desondanks gesignaleerd, bijv. in NGC 1052.

Raimond heeft in samenwerking met J. van Gorkom (NRAO-Socorro), S. Faber (Lick Observatory) en J. Knapp (Princeton Universiteit) met de VLA een tweede reeks 21 cm lijn waarnemingen gedaan van dit stelsel. Omdat nu, in tegenstelling tot het vorige jaar, het volledige array kon worden gebruikt, was de gevoeligheid aanzienlijk beter. De bij de vorige keer opgedane ervaring bij het verwijderen van storing is van groot belang geweest. De interpretatie van de waarnemingen is nog verre van duidelijk. Er zijn aanwijzingen dat de verdeling van het waterstofgas nabij het centrum op een schijf lijkt. De structuur en de snelheidsverdeling in de buitengebieden is echter zeer onregelmatig.

Een heel ander type stelsels zijn de kleine zgn. dwerg onregelmatige melkwegstelsels. Albinson heeft, in samenwerking met H.

van Woerden (Groningen), een aantal van deze objecten aan lijnwaarnemingen onderworpen. De eerste resultaten wijzen op een betrekkelijke lage rotatie snelheid. Waarden van 5 à 10 km/s zijn typisch. De afmeting van deze stelsels in de waterstof emissie is veel groter dan het optische beeld. Onregelmatigheden in het snelheidsveld zijn een belangrijk onderwerp van deze nog gaande studie.

Van der Hulst heeft zijn aandacht ten dele besteed aan de waterstof emissie van normale spiraalstelsels. Samen met E. Deul (Leiden) is hij bezig om WSRT metingen van het nabije stelsel M33 te reduceren, om daarmee sterformatie processen te kunnen onderzoeken. In een verwant project in samenwerking met R.C. Kennicutt (Universiteit van Minnesota) heeft hij een studie gedaan van de extinctie van HII gebieden in de stelsels M51 en NGC6946. De eerste resultaten hebben aangetoond dat de extinctie onafhankelijk is van de afstand tussen HII gebieden en het centrum of kern. Het lijkt vnl. afhankelijk te zijn van de hoeveelheid zichtbaar stof in de omgeving.

Van der Hulst, E. Hummel (MPI, Bonn) en P. Smith (Universiteit van New Mexico) hebben hun VLA radio continuum studie van het stelsel NGC253 voltooid. In dit object zien wij de schijf bijna precies van de zijkant, hetgeen ons in staat stelt om de diffusie van relativistische deeltjes (zulke deeltjes zijn verantwoordelijk voor de radio continuum emissie) uit de schijf te bepalen. De resultaten zijn in goede overeenstemming met die van eerder gedane WSRT waarnemingen. Gecombineerd met een studie van het radio spectrum, nu gaande, maakt dit een vergelijking met model berekeningen mogelijk.

Een zgn. supernova is het geweldige resultaat van de explosie van een ster, en heeft voor enkele dagen een helderheid vergelijkbaar met die van een heel sterrenstelsel. De meest opmerkelijke ontdekking van dit jaar was die van een nieuwe supernova gesignaleerd door de radio emissie maar gemist door optische astronomen. Van der Hulst, E. Hummel, R.D. Davies en A. Pedlar (Jodrell Bank) en D. van Albada (Groningen) hebben het object ontdekt in een WSRT kaart van het spiraal stelsel NGC4258. Er zijn inmiddels bevestigingen van deze conclusie. Van der Hulst en De Bruyn zijn betrokken bij andere projecten om de radio emissie van jonge supernovae te onderzoeken.

De Bruyn en P.N. Wilkinson (Jodrell Bank) hebben hun analyse van VLBI waarnemingen van de helderste radiobron in het stelsel M82 voltooid. Het object is uitgebreid en variabel. Eerder had men het vermoeden dat dit de kern van het stelsel moest zijn. Nu luidt de voorlopige conclusie echter dat het waarschijnlijk een jonge supernova rest is, en bovendien een rest met een pulsar zoals de Crab nevel. Deze conclusie is in overeenstemming met recente modelberekeningen voor resten van dit type.

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

Redaktie: F.J. Willems.

Het radiosterrenkundig onderzoek in Amsterdam is van bescheiden omvang en voornamelijk gericht op de studie van OH/IR sterren, in samenhang met vanaf het aardoppervlak en d.m.v. IRAS verkregen infrarood gegevens.

3.2.1. Lichtkrachtfunctie van OH/IR sterren.

In maart 1983 heeft F.J. Willems in samenwerking met P.F. Bowers (Naval Research Laboratory) een veldje bij ℓ=21,2 en b=0,0 met de VLA gedurende 8 uur in de 1612 MHz band waargenomen. Het doel van dit onderzoek is de lichtkrachtfunctie van OH/IR sterren bij kleinere schijnbare helderheden nader te bestuderen.

3.2.2. OH/IR sterren in open sterrenhopen.

In een poging schattingen van massa's, leeftijden en levensduur van OH/IR sterren te maken heeft F.J. Willems een verkennend onderzoek naar OH/IR sterren in open sterrenhopen uitgevoerd met de Dwingeloo telescoop in juni 1983. Een verzameling open sterrenhopen, waarvan leeftijd en afstand schattingen waren, is bekeken. Ieder lid van deze groep is minimaal twee uur waargenomen bij 1612 MHz. Deze waarnemingen gecombineerd met IRAS gegevens zullen meer inzicht verschaffen over de plaats van sterk massaverliezende laat-type sterren in het Hertzsprung-Russel diagram.

3.2.3. OH/IR sterren in het galactische vlak nabij ℓ=20.

Het vorig jaarverslag heeft reeds melding gemaakt van het onderzoek van T. de Jong en F.J. Willems van OH/IR sterren in een strip van 17 graden in het melkwegvlak nabij ℓ=20. Bij dit onderzoek ligt de nadruk op de infrarood component van de bron. Mede dankzij IRAS gegevens heeft dit onderzoek goede vorderingen gemaakt. Hebben we in het verleden de WSRT gebruikt voor nauwkeurige radioposities, dit jaar zijn met de Dwingeloo telescoop, simultaan met IRAS, metingen gedaan aan de 62 bronnen in ons veldje bij 1612 MHz. Door de IRAS fluxen te vergelijken met de 18 cm flux hopen wij het inzicht in het pomp mechanisme van de 1612 MHz OH maser te vergroten.

3.3. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen.

Redactie: Hugo van Woerden en Wim van Driel

3.3.1. Inleiding.

Het Kapteyn Laboratorium, sinds januari 1983 gehuisvest in een nieuw en inspirerend gebouw, beleefde dit jaar twee grote gebeurtenissen, die beide het radiosterrenkundig onderzoek nauw raakten: het IAU Symposium "The Milky Way Galaxy" en de geslaagde vlucht van IRAS.

Het Symposium, van 30 mei tot 3 juni in het nieuwe gebouw gehouden ter gelegenheid van het 100-jarige bestaan van het Kapteyn Laboratorium, vroeg vele maanden lang een grote inzet van verscheidene medewerkers: eerst voor de voorbereiding, dan voor de redactie van de Proceedings. H. van Woerden was voorzitter van het Scientific Organizing Committee, R.J. Allen van het Local Organizing Committee; zij beiden treden, tesamen met W.B. Burton (Leiden), als Editors op. Het Symposium bracht 200 deelnemers uit 26 landen naar Groningen; sommigen bleven enige tijd hier werken. Het programma was erg vol, maar blijkens de reacties zeer geslaagd. Vijf Groningers en vijf Leidenaars gaven overzichtsvoordrachten op uitnodiging, en ook in vele andere voordrachten speelden resultaten van Nederlands radiosterrenkundig onderzoek een belangrijke rol.

De grotendeels in Groningen gebouwde InfraRode Astronomische Satelliet werkte tien maanden lang, van eind januari tot eind november, vrijwel perfect, en leverde resultaten die de hooggespannen verwachtingen nog verre overtroffen. Toen in de zomer de enorme gegevensstroom losbrak, sloten verscheidene Groningse radio-astronomen zich aan bij het team dat reductie, analyse èn voorbereiding van nieuwe metingen tot taak had. De zeer gevoelige, betrouwbare en in hoge mate volledige databank die wordt opgebouwd, zal het onderzoek van sterren en melkwegstelsels, interstellair gas en stof, verrijken.

De voornaamste pijlers waarop het Groningse radiosterrenkundig onderzoek steunt, bleven ook dit jaar: de synthese radiotelescoop te Westerbork; het Groningen Image Processing System (GIPSY); en een veelzijdig team van nauw en hartelijk samenwerkende waarnemers en theoretici.

Te Westerbork werden vooral veel metingen gedaan van de 21 cm-lijn van atomair waterstofgas. Deze studies zijn gericht op bepaling van de ruimtelijke verdeling en bewegingen van het gas in sterrenstelsels, en op interpretatie daarvan in termen van de dynamica en evolutie van deze systemen. Binnen ons Melkwegstelsel werd de 21 cm-lijn gebruikt om structuren in het interstellaire gas te bestuderen en om afstanden van planetaire nevels (stervende sterren, die schillen afstoten) te bepalen. Daarnaast werden

geïoniseerde gebieden rondom hete sterren en in het centrum van het Melkwegstelsel onderzocht, via de lijnstraling die ze uitzenden bij overgang van elektronen tussen hoge niveaus (recombinatielijnen). In het radio-continuum werd de thermische straling van geïoniseerde gebieden en van planetaire nevels gemeten, en de (niet-thermische) synchrotron straling afkomstig van pulsars en supernovaresten binnen de Melkweg, van gewone sterrenstelsels en van radiostelsels. Bij de studies van het radio-continuum werd gebruik gemaakt van de sterk verbeterde gevoeligheid van de WSRT op 50 cm golflengte, en van de eind 1983 in gebruik genomen nieuwe golflengte: 92 cm.

Bij een deel van de onderzoekingen werden ook waarnemingen met de Very Large Array betrokken, vooral voor objecten op het Zuidelijk hemelhalfrond. Daarnaast speelden bij verscheidene projecten optische waarnemingen, verkregen op Kitt Peak of Palomar Observatory dan wel (voor zuidelijke objecten) bij ESO-Chili of met de Anglo-Australian Telescope, een rol.

Het door de Groningse radio-astronomen in tientallen manjaren teamwerk ontwikkelde beeldverwerkingssysteem GIPSY was onmisbaar bij de bewerking en analyse van al deze waarnemingsgegevens. GIPSY heeft zich een wereldnaam verworven en trekt vele bezoekers uit diverse takken van de sterrenkunde. Ook het Groningse IRAS-team maakt er nu op grote schaal gebruik van.

Aan het Groningse radiosterrenkundig onderzoek namen dit jaar vrijwel alle vaste en tijdelijke stafleden deel, alsmede vele bezoekers en een aantal studenten. Acht promovendi werken aan proefschriften die geheel of grotendeels op radiowaarnemingen berusten.

In dit verslag komen de volgende onderwerpen ter sprake:

Galactisch onderzoek.
Planetaire nevels
Radio-recombinatielijnen van HII gebieden
Pulsars
Supernova-resten
Het Galactisch Centrum

Extra-galactisch onderzoek.
Buitengebieden van sterrenstelsels
Rotatie van dwergstelsels
Kinematica van sterrenstelsels
De Palomar-Westerbork Survey
Stervorming in sterrenstelsels
Gas in vroeg-type stelsels
HI waarnemingen van de Virgo Cluster
Radio-continuum in sterrenstelsels
Dynamische evolutie van sterrenstelsels
Superclusters

Gegevens- en beeldverwerking.

3.3.2 Galactisch onderzoek.

A. Planetaire Nevels.

In een aantal projecten is getracht om betrouwbare afstanden tot planetaire nevels te bepalen, vanwege het fundamentele belang voor de bestudering van de evolutie van deze objecten.

Voor een van deze projecten is met de WSRT 21 cm HI absorptie gemeten tegen de continuum straling van de nevel (Gathier, Pottasch, Goss). In de absorptieprofielen, die uitsluitend worden veroorzaakt door HI gas in de gezichtslijn naar de nevel, zijn vaak verschillende componenten zichtbaar veroorzaakt door tussenliggende spiraalarmen. Vergelijking met een achtergrondbron op kleine hoekafstand (<1°) laat ook de absorptie van verder weg gelegen spiraalarmen zien.

Figuur 3.3.1. toont hiervan een voorbeeld. Omdat de afstanden tot de verschillende spiraalarmen bekend zijn, kan men zo bepalen welke de verst verwijderde spiraalarm is die zich nog tussen de planetaire nevel en de waarnemer in bevindt. Omdat de afstanden tot de spiraalarmen soms niet zo nauwkeurig bekend zijn is deze methode iets onnauwkeuriger dan die waarbij de afstand tot een nevel uit de meting van visuele interstellaire absorptie wordt bepaald (Gathier, Pottasch).

Metingen met de VLA van 35 planetaire nevels nabij het galactisch centrum hebben aangetoond dat de hoeveelheid geïoniseerde materie in deze objecten sterk variëert (0,008-0,6$M_\odot$). Dit duidt erop dat met de zgn. "Shklovski methode" voor afstandbepaling, die uitgaat van constante geïoniseerde massa's, grote fouten gemaakt kunnen worden (Gathier, e.a. 1983).

B. Radio recombinatie lijnen.

In een geïoniseerd gas vindt er in het algemeen een continu recombinatie proces plaats van elektronen en ionen 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, met als resultaat lijnemissie.

De elektronovergangen tussen de lagere niveaus veroorzaken lijnen in het optische spectrum; door overgangen tussen de hogere niveaus ontstaan de zgn. radio recombinatielijnen. Omdat radiostraling, i.t.t. 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

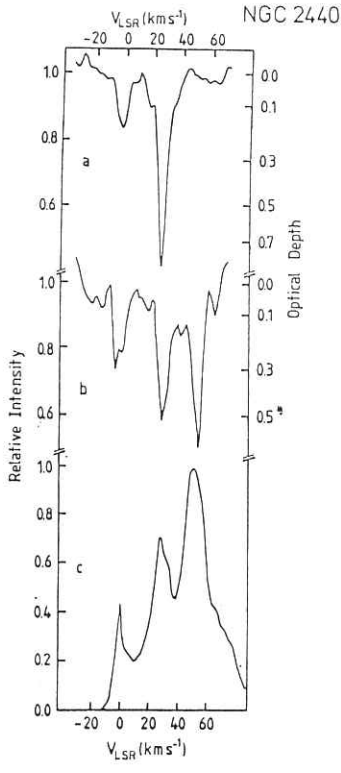


Fig. 3.3.1.

a. WSRT 21 cm HI absorptieprofiel van de planetaire nevel NGC 2440 (ℓ=234°.8, b=+2°.4). Naast de lokale absorptie is er absorptie zichtbaar op +28 km/s. **b.** Absorptieprofiel van een achtergrondbron op 7' afstand van NGC 2440. Absorptie is zichtbaar tot +55 km/s. **c.** Dwingeloo emissieprofiel in de richting van NGC 2440. De uit deze gegevens afgeleide kinematische afstand tot NGC 2440 is ~2,5 kpc, met een bovenlimiet van ~3,9 kpc.

a. WSRT 21 cm HI absorption profile of the planetary nebula NGC 2440 (l=234°.8, b=+2°.4). Besides local absorption, there is absorption at +28 km/s. **b.** Absorption profile of a background source at 7' distance from NGC 2440. Absorption up to +55 km/s can be seen. **c.** Dwingeloo emission profile in the direction of NGC 2440. The resulting kinematic distance to NGC 2440 is ~2.5 kpc with an upper limit of ~3.9 kpc.

planetaire nevels te bestuderen, of de dichtheids- en temperatuurverdeling in HII gebieden tijdens de verschillende stadia van hun evolutie.

In de loop van het jaar werden een aantal waarnemingen van radio recombinatielijnen in HII gebieden (W3, DR21, K3-50) en in een planetaire nevel (NGC 7027) verkregen met de WSRT en de VLA door P.R. Roelfsema. Reductie van deze waarnemingen heeft een aantal nieuwe eigenschappen van de structuur van HII gebieden laten zien: zo zijn voor het eerst met hoge ruimtelijke en snelheidsresolutie zowel zeer brede als zeer smalle recombinatielijnen waargenomen in dit soort objecten. De brede lijnen ontstaan in kleine, dichte concentraties van geïoniseerd gas in de HII gebieden; de nauwe lijnen ontstaan in koud, gedeeltelijk geïoniseerd gas net buiten het eigenlijke HII gebied.

Bovendien zijn waarnemingen verricht van He recombinatielijnen. Dit biedt de mogelijkheid om de relatie tussen H en He in stervormingsgebieden te bestuderen. Uit de metingen blijkt dat de ruimtelijke structuur van H en He sterk verschilt. Dit zal van invloed zijn op de bepaling van He abundanties met radio recombinatielijnen.

C. Pulsars.

Na de ontdekking van de 'milliseconde pulsar' PSR 1937+214 door Backer e.a. in 1982 (zie jaarverslag 1982) zijn verdere waarnemingen van deze opmerkelijke pulsar verricht en is gezocht naar andere snelle pulsars.

De milliseconde pulsar.

De afstanden tot de milliseconde pulsar en het nabije, niet gerelateerde, HII gebied zijn bepaald uit metingen van HI absorptieprofielen met WSRT, VLA en Arecibo (Heiles e.a. 1983). Met de VLA zijn zeer nauwkeurige astronomische positiebepalingen van 61 pulsars, waaronder de milliseconde pulsar, verkregen. (Fomalont e.a. 1984).

Snelle pulsar surveys.

Surveys met het doel snelle pulsars te ontdekken zijn gestart met de WSRT en de VLA. De surveys bestaan uit het in kaart brengen van bronnen gevolgd door waarnemingen om de karakteristieke radio pulsen te detecteren. In 1983 zijn 24 bronnen uit de 4C en andere catalogi waargenomen op 50 cm met de WSRT door J.S. Albinson (SRZM), A. Purvis (Univ. of Cambridge en Univ. of Durham) en W.M. Goss. Omdat de milliseconde pulsar een hoge lineaire polarisatie (29%) vertoont bij 50 cm, werd in de survey ook de polarisatie van de radiobronnen gemeten.

Acht objecten vertoonden een polarisatie tussen 1 en 7%; pulsatie waarnemingen door A.G. Lyne (Jodrell Bank) hebben geen pulsaties aangetoond. Deze survey zal met WSRT metingen op 92 cm worden uitgebreid. Een selectie van 123 pulsarkandidaten is op 18 en 20 cm met de VLA waargenomen, enkele tientallen objecten zijn geselecteerd voor pulsatie waarnemingen in Arecibo.

D. Supernova resten (SNR).

3C 10.

Dit jaar is de reductie van WSRT 21 cm HI lijnwaarnemingen van 3C 10 (Tycho's supernovarest) voortgezet door Albinson (SRZM), Kalberla (Univ. Bonn), Goss en Schwarz. Opvallend bij het in kaart brengen van de absorptie bleek de filamentaire structuur, het geringe gedeelte van de nevel waarin absorptie optreedt en de grote optische diepte (soms >3,5). (zie ook het onderzoekverslag van de SRZM-stafleden, hoofdstuk 3.1.).

DA 495.

De galactische supernovarest DA 495 is op 50 cm met de WSRT waargenomen door Goss en Velusamy (Tata Institute, India). Dit object was geselecteerd omdat het mogelijk een Crab-type SNR is. (In de meeste supernovaresten komt de radiostraling uit een ongeveer bolvormige schil van relativistisch gas. De Crabnevel echter vertoont ook straling uit zijn binnengebied, en is wellicht geheel gevuld met relativistisch gas.)

Figuur 3.3.2. toont de resultaten van de WSRT waarnemingen. De morfologie laat zien dat de classificatie twijfelachtig is; de bron vertoont of een dikke schil structuur of een met gas gevuld centrum.

E. Het galactisch centrum.

Recente waarnemingen met de WSRT en de VLA (Ekers e.a. 1983) laten zien dat de radiobron in het centrum van 'ons' Melkwegstelsel (Sgr A) bestaat uit twee componenten: een 'mini-spiraal', die thermische straling uitzendt, Sgr A West, met vlak daarnaast een schilvormige bron van niet-thermische straling: de vermoedelijke supernovarest Sgr A Oost.

De bepaling van de spectrale index α is verbeterd m.b.v. nieuwe VLA waarnemingen op 6 en 20 cm (Schwarz, Goss, Ekers (NRAO) en van Gorkom (NRAO)), zie figuur 3.3.3. De niet-thermische schilstructuur in Sgr A Oost ($\alpha \sim -0,7$) is duidelijk zichtbaar, deze schil loopt door 'onder' de mini-spiraal.

Een drietal van de compacte HII gebieden ten oosten van Sgr A ($\alpha \sim 0,5$) werd gedetecteerd in het infrarood met de UKIRT op Mauna Kea, Hawaii, door T.R. Geballe.

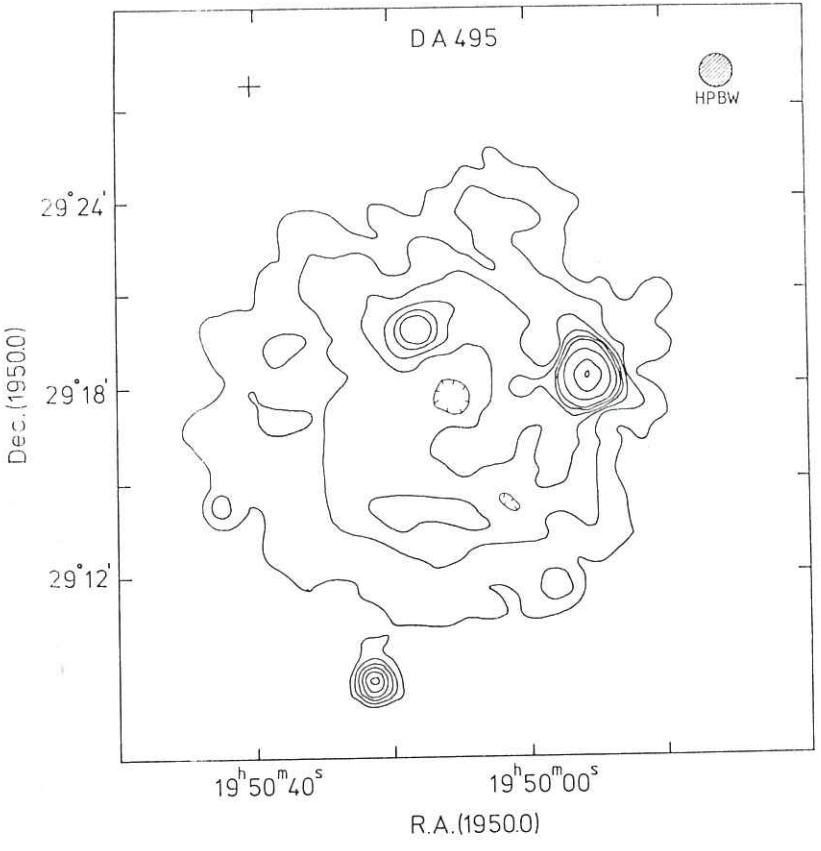


Fig. 3.3.2.
Supernovarest DA 495; WSRT waarneming op 50 cm met een bundel van 62". Contourwaarden zijn 10, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 200, 300 mJy/bundel, gecorrigeerd voor primaire bundelverzwakking. Op de positie van het kruisje is een 175 mJy puntbron afgetrokken.
Supernova remnant DA 495; WSRT observation at 50 cm, 62" beam. Contour values are 10, 20, 30, 40, 50, 60, 100, 200, 300 mJy/beam, corrected for primary beam attenuation. At the position of the cross a 175 mJy point source has been subtracted.

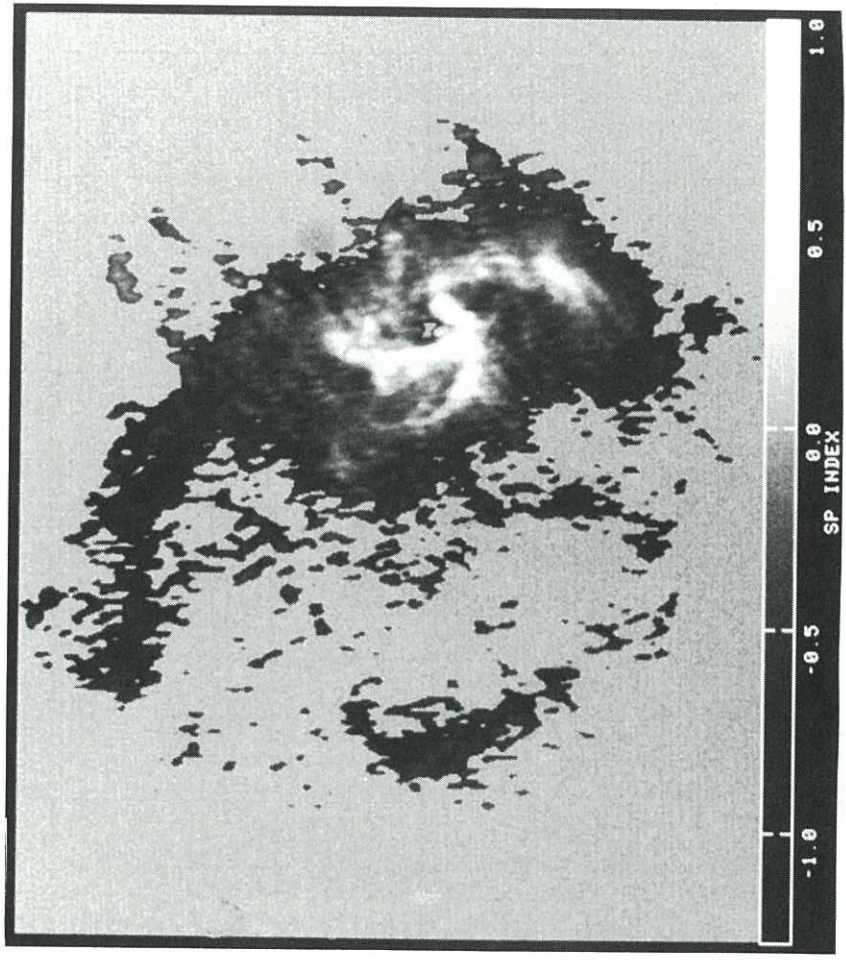


Fig. 3.3.3.

Verdeling van de spectrale index in Sgr A, uit VLA metingen bij 6 en 20 cm met een bundel van 3"x1"6. Wit is thermische en zwart is niet-thermische straling. De afmeting van de bron is ~3'5.

Spectral index distribution of Sgr A, derived from VLA maps at 6 and 20 cm with a resolution of 3"x1"6. White is thermal radiation and black is non-thermal. The size of the source is about 3'5.

Radio recombinatielijnen in de mini-spiraal werden waargenomen op 6 cm met de WSRT (Bregman en Schwarz 1982) en op 2 cm met de VLA door van Gorkom, Schwarz en Begeman. Figuur 3.3.4. toont de verdeling van de elektronentemperatuur berekend uit de 2 cm gegevens, gesuperponeerd op het continuum. Deze metingen zijn ook vergeleken met infrarood waarnemingen, i.h.b. van de [NeII] lijnen (Lacy e.a. 1980).

In het centrum van de mini-spiraal is de temperatuur te hoog om meetbare recombinatiestraling te veroorzaken, elders is er goede overeenkomst tussen IR- en radio metingen. Uit de gladde verdeling van intensiteit, elektronentemperatuur en snelheden blijkt dat het wolkenmodel van Lacy e.a. (1980) niet correct kan zijn.

Tot nu toe is de interpretatie van deze gedetailleerde waarnemingen niet geheel duidelijk. Is de 'mini-spiraal' het resultaat van een explosie in het galactisch centrum, of bestaan deze armen uit moleculaire wolken die naar het centrum vallen, misschien een zwart gat in? Modelberekeningen van deze zwart-gat-hypothese werden uitgevoerd door Sanders en Bottema. Een derde hypothese is dat de mini-spiraal en de schilstructuur samen het overblijfsel van een supernova vormen.

3.3.3 Extra-galactisch onderzoek.

A. Buitengebieden van sterrenstelsels.

In 1982 werd het spiraalstelsel NGC 3198 met de WSRT in de 21 cm HI lijn waargenomen door K. Begeman, in het kader van een project om de kinematica en fysische eigenschappen van het gas in de buitendelen van sterrenstelsels te bestuderen. Het gedrag van de rotatiekromme in de buitenste delen, zoals dat uit de HI metingen kan worden afgeleid, geeft informatie over de massaverdeling in een stelsel en de bijdrage daaraan van schijf- en halocomponenten.

De waarnemingen voor dit project hebben beter oplossend vermogen en grotere gevoeligheid dan de metingen van Bosma (Proefschrift Groningen, 1978), waarop onze huidige kennis van de buitendelen van spiraalstelsels grotendeels is gebaseerd.

De totale waterstofkaart van NGC 3198 (zie Jaarverslag 1982, pg. 134) laat zien dat de HI-verdeling bijna tweemaal zo groot is als de optische afmetingen van het stelsel (Holmberg, 11;9 4;9). Het neutrale waterstofgas is geconcentreerd in de spiraalarmen; er is enige asymmetrie waarneembaar tussen de noord- en zuidkant van het stelsel en een 'gat' in de waterstofverdeling rond het centrum. De totale HI-massa van het stelsel is $4{,}6 \times 10^9$ $M_\odot$ (aangenomen afstand 9 Mpc). Het snelheidsveld (Figuur 3.3.5.) werd verkregen door het aanpassen van enkelvoudige gaussische profielen in ieder roosterpunt. Op grote schaal is dit snelheidsveld zeer regelmatig,

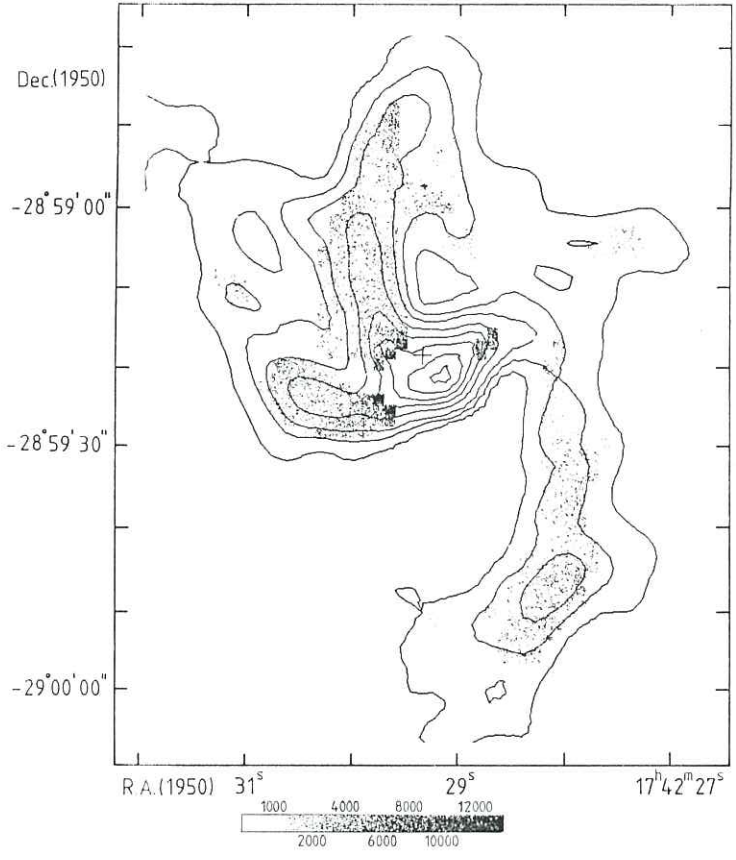


Fig. 3.3.4.

Continuum VLA kaart van Sgr A west op 2 cm met een 4".5x4".5 bundel. Contourwaarden zijn 2,7, 13, 26, 39,...91 K. De grijswaarde-schaal geeft de elektronentemperatuur aan, afgeleid uit de verhouding tussen lijn- en continuumstraling onder aanname van LTE. Het kruisje geeft de positie aan van de niet-thermische puntbron die is afgetrokken. Nabij het centrum zijn geen recombinatielijnen gedetecteerd; de temperatuur moet daar hoger dan 12000 K zijn.

VLA 2 cm continuum map of Sgr A west with 4".5x4".5 resolution. Contours are 2.7, 13, 26, 39,...91 K. The gray tones represent the electron temperature, derived from the line-to-continuum ratio assuming LTE. The cross indicates the position of the non-thermal point source, which was subtracted. At the centre no recombination lines are detected, so temperatures must be higher than 12000 K.

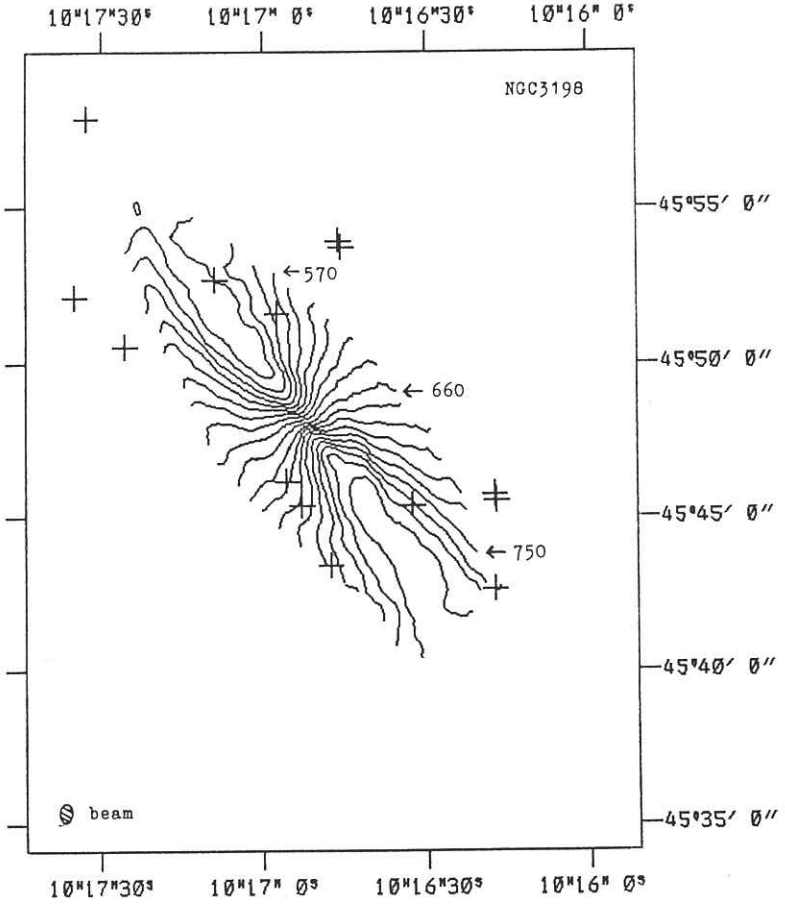


Fig. 3.3.5.
Kaart van de radiële snelheden in NGC 3198. Het scheidend vermogen is 25x35".
Radial velocity field of NGC 3198. The resolution is 25x35".

al zijn op kleine schaal afwijkingen van axiale symmetrie zichtbaar, met name in de binnendelen.

Vanwege de symmetrie in het snelheidsveld kon een zeer nauwkeurige rotatiekromme bepaald worden, aannemend dat het stelsel een vlakke schijf is met rotatie in cirkelbanen. De rotatiekromme (Figuur 3.3.6.) blijft vlak tot in de buitenste delen van het stelsel. De gemiddelde fout in de rotatiesnelheden is 3 km/s. Er zijn aanwijzingen voor slechts een lichte ombuiging van het vlak in de buitendelen. Uit optische gegevens (P.C. van der Kruit) bleek dat de lichtverdeling in dit stelsel zeer goed voorgesteld kan worden door een exponentiële schijf. Daarom is de waargenomen rotatiekromme vergeleken met twee modelkrommen, een voor een exponentiële massaverdeling die op een straal van 5' afgebroken wordt, en een voor een oneindig doorlopende exponentiële verdeling. Een schaallengte van 1'25 is gebruikt, iets groter dan de optische schaallengte (1'). Deze drie rotatiekrommen zijn in Figuur 3.3.6. afgebeeld. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat de massaverdeling in NGC 3198 niet kan worden voorgesteld door deze twee modellen en dat er veel meer massa in het stelsel aanwezig moet zijn dan uit de lichtverdeling valt af te leiden. Dit kan wijzen op het bestaan van een uitgebreide massieve donkere halo rond NGC 3198.

B. Rotatie van dwergstelsels.

a. De dwergspiraal UGC 2259.

C. Carignan, R. Sancisi en T.S. van Albada begonnen een studie van lichtzwakke (M_B tussen -18 en -16), laat-type spiraalstelsels, gericht op de massaverdeling in deze stelsels en het eventueel daarin voorkomen van een onzichtbare halo component. De in de zomer van 1983 in Westerbork verrichte waarneming van het dwergstelsel UGC 2259 (M_B= -16,1, voor een afstand van 6,2 Mpc) is geanalyseerd en levert interessante resultaten op.

De HI verdeling is zeer regelmatig en strekt zich uit tot voorbij 1,5 Holmberg-diameters; de kolomdichtheid is daar 5×10^{19} atomen/cm^2. De totale waterstofmassa is $1{,}5 \times 10^8$ $M_\odot$. Ook het snelheidsveld is erg regelmatig. Er is geen duidelijk verloop van positiehoek en hellingshoek met afstand tot het centrum; de gaslaag vertoont dus geen verbuiging of verstoring door een ovale potentiaal.

Het belangwekkendste resultaat (Figuur 3.3.7.) is dat de rotatiekromme vlak is, of wellicht langzaam stijgt ($\ln V \propto 0{,}2 \ln r$) tussen een straal van 2 en 6 kpc. Zulk gedrag is ongewoon in lichtzwakke stelsels; deze roteren immers meestal als vaste lichamen ($V \propto r$). Het stelsel UGC 2259 echter heeft een sterk ontwikkeld ("grand-design") twee-armig spiraalpatroon; ook dit is ongewoon voor lichtzwakke stelsels en misschien hangt het samen met het rotatiegedrag.

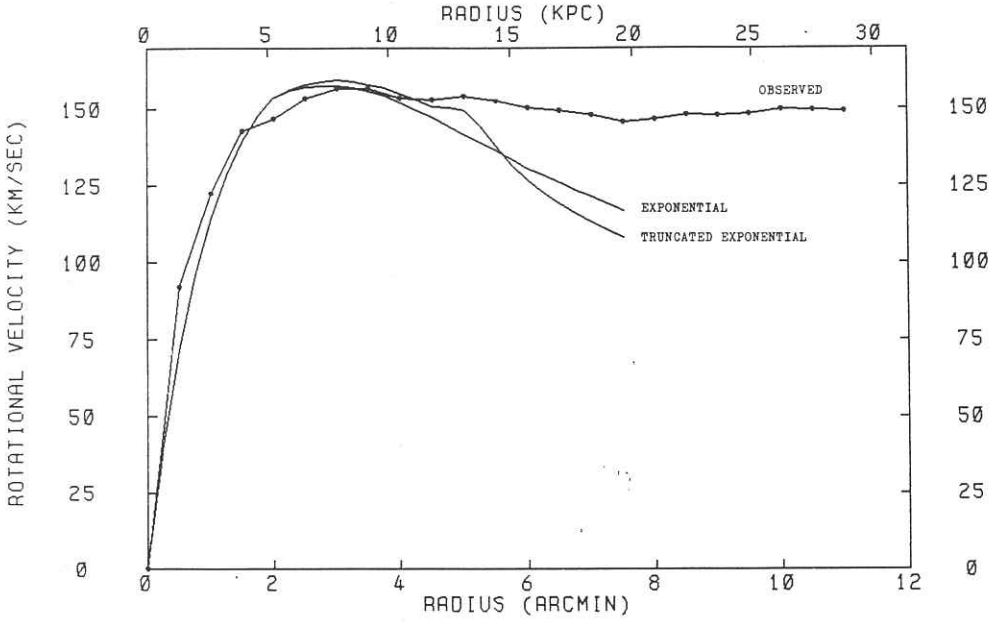


Fig. 3.3.6.

Waargenomen rotatiekromme van NGC 3198 met twee theoretische krommen voor exponentiële schijf-modellen, een met een afgebroken schijf en een zonder afbreking. Als dikte van de schijf is 0!25 (0,65 kpc) aangenomen.

Observed rotation curve of NGC 3198 together with two theoretical rotation curves, derived for exponential-disk models, one truncated at 5', the other without truncation. The thickness of the disk at half-maximum was taken to be 0!25 (0.65 kpc).

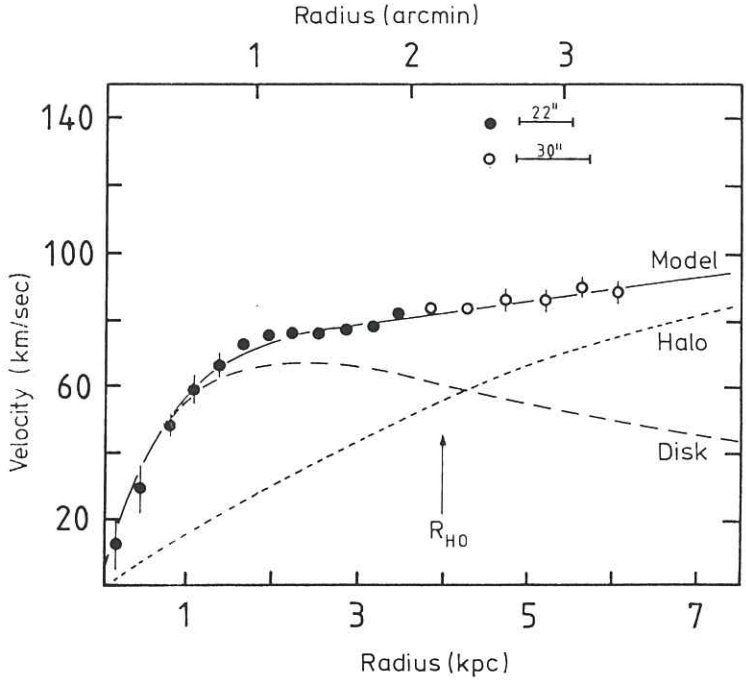


Fig. 3.3.7.

Rotatiekromme en massamodel voor de dwerg-spiraal UGC 2259. De stippen geven de gemeten rotatiesnelheden. Een massamodel met twee componenten (schijf en halo) geeft de gemeten rotaties uitstekend weer. De rotatiesnelheden, veroorzaakt door de beide componenten afzonderlijk, zijn gestreept (schijf) resp. gestippeld (halo) aangegeven.

Rotation curve and mass model for the dwarf-spiral UGC 2259. The dashed line represents the contribution of the disk component, while the dotted line is the contribution of the halo. The model is superposed on the rotational velocities.

De rotatiekromme kan worden weergegeven door een massamodel met 2 componenten: een exponentiële schijf met een aangenomen schaallengte van 1 kpc (ontleend aan de lichtverdeling) en een niet-lichtgevende, isotherme halo met een kernstraal van 2,5 kpc en een snelheidsdispersie van 67 km/s in één coördinaat. Als deze halo zou bestaan uit neutrino's, moeten die een massa hebben van minstens 60-70 eV, meer dan het dubbele van de experimenteel vastgestelde bovengrens van 20-30 eV. Dit zou inhouden dat de donkere halo's niet uit neutrino's kunnen bestaan.

Carignan e.a. vinden verder dat ter plaatse van de Holmbergstraal de massaverhouding van donkere en lichtgevende materie 1,1 bedraagt. Dit is vergelijkbaar met de door Carignan in lichtsterkere spiralen van type Sc en Sd gevonden verhoudingen van 1,5 resp. 1,6.

b. Het dwergstelsel in Pegasus.

J.S. Albinson en H. van Woerden hebben de verdeling en bewegingen van atomair waterstofgas gemeten in 4 dwergstelsels die tot de Locale Groep van sterrenstelsels behoren. Doordat deze stelsels op afstanden van ongeveer 1 Mpc staan, komt het in Westerbork verkregen oplossend vermogen van 20" overeen met 100 pc. Zelfs in deze zeer kleine stelsels (afmetingen van de orde van 1 kpc, lichtsterkte 10^6- 10^8 $L_\odot$; vgl. 10^{10} $L_\odot$ in ons Melkwegstelsel) kan daardoor het gas nog in detail in kaart worden gebracht.

Een moeilijkheid is, dat de meeste van deze dwergstelsels bij ongunstige declinaties liggen. Daardoor is in Westerbork geen volledige synthese mogelijk en de reductie van de metingen bijzonder bewerkelijk.

De bewerking van het dwergstelsel in Pegasus (diameter 2 kpc, M_B= -14) is nu ver gevorderd en heeft een waterstofverdeling en snelheidsveld opgeleverd met een resolutie van 20 bij 80". Het gas blijkt zich uit te strekken over een gebied dat aanzienlijk groter is dan de optische diameter. Het grootste deel van het gas ligt in een vlakke schijf met een rotatiesnelheid van 8 km/s (na correctie voor inclinatie). Behalve binnen een straal van 200 pc is de rotatiekromme vrijwel vlak: de rotatiesnelheden variëren niet meer dan 1 of 2 km/s om de gemiddelde waarde van 8 km/s. De ongeordende bewegingen bedragen ongeveer 8 km/s in één coordinaat. Uit rotatie en snelheidsdispersie volgt een massaschatting van 70×10^6 zonsmassa's binnen een straal van 1,7 kpc, en een massa-lichtkracht verhouding M/L_B van ongeveer 1 (als afstand werd 1.7 Mpc aangenomen). Verder naar buiten is de gasschijf sterk verbogen en onregelmatig.

Op het eerste gezicht lijkt uit de gevonden rotatiekromme te volgen dat ook dit dwergstelsel een donkere halo heeft, zij het dat de massa daarvan niet erg groot is. Het zou echter voorbarig zijn, nu reeds conclusies over de aard van de materie in deze halo te trekken.

C. Kinematica van sterrenstelsels.

Het is sinds een aantal jaren bekend dat spiraalstelsels vlakke rotatiekrommen vertonen tot op de grootste afstanden van het centrum, waar de 21 cm HI lijn nog waarneembaar is. Dit feit suggereert dat er een aanzienlijke hoeveelheid niet-lichtgevend materiaal in sterrenstelsels aanwezig is. De rotatiekrommen bevatten echter geen informatie over de feitelijke drie- dimensionale massaverdeling, zodat we noch de samenstelling, noch de verdeling van deze donkere materie kennen. Deze kunnen wel onderzocht worden door het maken van modellen van de schijfcomponent in de richting loodrecht op zijn symmetrievlak, de z-richting.

Aangezien studies van de zonsomgeving laten zien dat de bewegingen in de oude schijfpopulatie in evenwicht zijn met het zwaartekrachtveld van deze populatie, kan men uit metingen van de dikte en de snelheidsdispersie van deze sterpopulatie een schatting maken van de oppervlaktedichtheid. Omdat ook het HI gas zich in de schijfpotentiaal beweegt, kunnen ook soortgelijke metingen van dit gas gebruikt worden.

Voor de analyse wordt aangenomen dat de vergelijkingen voor een lokaalisotherme laag toegepast mogen worden; deze aanname is gebaseerd op de waargenomen lichtverdeling van de oude schijfpopulatie zoals die door oppervlaktefotometrie van op hun kant waargenomen stelsels gevonden is door P.C. van der Kruit en L. Searle (Mt. Wilson and Las Campanas Obs.).

Als test voor de consistentie van deze aanpak kunnen de locale parameters van de zonsomgeving gebruikt worden. Uit stertellingen van Gilmore en Reid wordt een exponentiële schaalhoogte van 0,3 kpc afgeleid; de snelheidsdispersie van de oude schijfsterren is ~25-30 km/s en de kracht in de z-richting op 0,5 kpc van het vlak is 5 à 6×10^{-11} m/s^2. HI metingen geven een halfwaarde-dikte van ongeveer 300 pc en een snelheidsdispersie in het gas van 7-9 km/s. Deze waarden zijn consistent met de vergelijkingen en geven een locale oppervlaktedichtheid van 110 ± 20 $M_\odot/pc^2$. Uit de stertellingen bij de galactische polen volgt dan een massa-lichtkracht verhouding voor de oude schijfpopulatie van 7 ± 2 $M_\odot/L_\odot$ in de fotometrische B-band.

P.C. van der Kruit en G.S. Shostak rondden een onderzoek af van drie sterrenstelsels die loodrecht op hun schijf ("face-on") worden waargenomen. De stelsels NGC 628 en 1058 blijken HI te bevatten dat zich tot minstens twee optische Holmberg-stralen uitstrekt. De buitendelen van dit gas bevinden zich in een iets ander vlak dan de binnenste verdeling (zgn. warp) en de spiraalstructuur in het HI is zichtbaar tot aan de buitengrens van de HI-verdeling, ook in het gebied van de warp. De binnendelen van de schijf bevinden zich in zuivere cirkelrotatie en tonen geen bewegingen op grote schaal in de vertikale z-richting met snelheden >3-4 km/s. Op de positie van de zon correspondeert zo'n beweging met een maximum hoogte van ~45 pc. De metingen laten een snelheidsdispersie in het gas van 7-10 km/s zien. De hoogste waarden

treden op in gebieden met actieve stervorming in de spiraalarmen. Deze gemeten waarden van de HI snelheidsdispersie, mits ook geldig voor andere spiraalstelsels, stellen ons in staat een model te maken van de massaverdeling in het stelsel NGC 891, dat op zijn kant wordt waargenomen. De dikte van de HI laag als functie van de straal is enkele jaren geleden gemeten door R. Sancisi en R.J. Allen. Een combinatie van deze gegevens met de aan "face-on" stelsels ontleende snelheidsdispersie en de optische oppervlaktefotometrie van Van der Kruit en Searle stelt ons in staat om een schatting te maken van de massa-lichtkracht verhouding van de oude schijfpopulatie: $M/L = 8 \pm 3\ M_\odot/L_\odot$ in de B-band tussen 7 en 14 kpc van het centrum. De HI laag vertoont een ongeveer constante snelheidsdispersie en een toenemende dikte op grotere afstanden van het centrum.

Van der Kruit en K.C. Freeman (Mt. Stromlo) hebben spectra van de spiraalstelsels NGC 628, 1566, 5170, 5247 en 7184 verkregen met de Mt. Stromlo 188 cm telescoop. In deze spectra zijn de snelheidsdispersies van sterren bestudeerd als functie van de afstand tot het centrum.

D. De Palomar-Westerbork survey.

In dit onderzoek van B.M.H.R. Wevers zijn de ruimtelijke verdelingen onderzocht van neutraal waterstofgas, licht en kleur in 16 sterrenstelsels, varierend in type van S0 tot Irr. De gegevens bestaan uit 21 cm HI waarnemingen in Westerbork met een oplossend vermogen van ~30" en fotografische oppervlaktefotometrie van opnamen in drie brede kleurbanden verkregen met de 120 cm Schmidt telescoop van de Palomar Observatory. Bovendien zijn fotometrische gegevens verkregen voor vijf stelsels die niet waargenomen of niet gedetecteerd zijn met de WSRT. Van de stelsels zijn globale eigenschappen berekend, zoals totale HI massa, totale massa, HI- en optische afmetingen, maar het hoofddoel van dit onderzoek is geweest het bepalen van het nauwkeurige radiële verloop van een aantal parameters: oppervlaktehelderheid, kleurindices, HI oppervlaktedichtheid en rotatiesnelheid.

Het blijkt dat de kleur van de schijf in deze spiraalstelsels niet verandert als functie van de straal. Men kan hieruit conclusies trekken over het verloop van het stervormingsproces in het verleden.

In de analyse van de snelheidsvelden afgeleid uit de HI gegevens zijn de stelsels geclassificeerd op grond van hun kinematische eigenschappen volgens Bosma (1981). Rotatiekrommen zijn berekend volgens de methode van Warner e.a. (1973), maar met constante inclinatie, gelijk aan de optisch bepaalde waarde en met de positiehoek van de kinematische hoofdas als vrije parameter.

Duidelijk meetbare veranderingen in de positiehoek treden op in ongeveer de helft van de stelsels; als verklaring wordt gedacht aan het ombuigen van het vlak van de schijf of aan asymmetrieën op

grote schaal tussen de ons naderende en de zich verwijderende kant van een stelsel. Het voorkomen van ovale vervormingen in de binnenste delen van de stelsels is afgeleid uit de morfologie van het snelheidsveld zelf. NGC 2903 is een van de weinige stelsels die zowel een verbogen schijf als een centrale ovale vervorming vertoont. De massa van de schijf als fractie van de totale massa binnen het buitenste gemeten punt van de rotatiekromme is geschat onder aanname van niet van de straal, maar wel van de kleur afhankelijke massa-lichtkracht verhoudingen, en een model van de schijf met een eindige dikte. In het algemeen maakt de schijf 20-50% van de totale massa uit; de rest van de massa bevindt zich in de vorm van oude halo-populatie sterren en (voornamelijk) in een donkere component. In het algemeen bestaat er geen direkt verband tussen het voorkomen van veranderingen in de positiehoek van de kinematische hoofdas in het HI snelheidsveld en het optreden van onregelmatigheden (scherpe randen, plotselinge afnames) in de lichtverdeling op dezelfde straal; voor sommige stelsels bestaat er echter wel een duidelijke overeenkomst.

E. Stervorming in sterrenstelsels.

Bij het onderzoek naar stervorming in sterrenstelsels is dit jaar de nadruk gelegd op het verkrijgen en analyseren van zoveel mogelijk elkaar aanvullende waarnemingen van een beperkt aantal objecten.

M83: stervorming door een dichtheidsgolf.

R.J. Allen, P.D. Atherton en R.P.J. Tilanus hebben gewerkt aan waarnemingen van de ruimtelijke verdeling en bewegingen van neutraal- en geïoniseerd gas in de spiraalarmen van M83, teneinde daaraan de huidige modellen van stervorming veroorzaakt door dichtheidsgolven te toetsen. Voor dit onderzoek zijn VLA HI metingen gebruikt met een oplossend vermogen van 25", uitgevoerd door M. Ondrechen (U. of Minnesota)en J.M. van der Hulst (SRZM), en Hβ waarnemingen met het TAURUS Fabry-Pérot systeem, uitgevoerd door Atherton. Een resultaat van dit onderzoek is te zien in figuur 3.3.8. De HI maxima en de HII gebieden zijn t.o.v. de stoflaan verschoven naar de oostkant. Het oplossend vermogen in de HI waarnemingen is echter toch te gering om uit te sluiten dat deze verschuiving het effect is van bundelversmering van een asymmetrische HI verdeling in de spiraalarmen. Aan een gedetailleerde vergelijking tussen de HI en de HII kinematica wordt gewerkt.

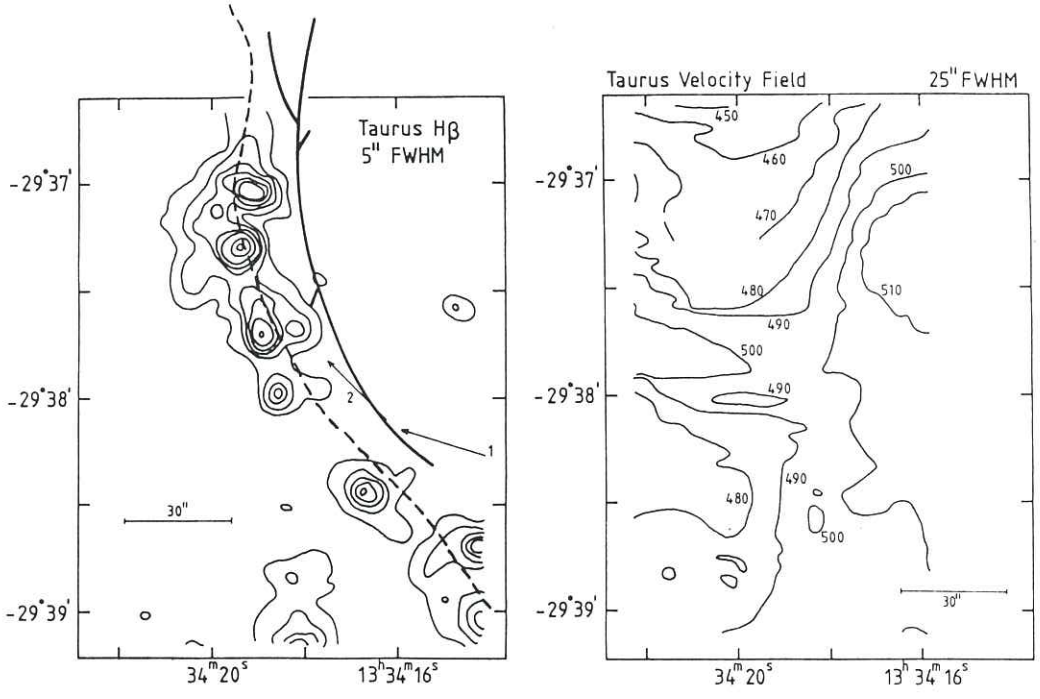


Fig. 3.3.8.

a. De verdeling van stof (dikke lijn), Hβ emissie (contouren: Taurusmetingen, 5" bundel) en het maximum van de HI verdeling (stippellijn) zijn hier weergegeven voor een gedeelte van de binnenste oostelijke spiraalarm in M83. De pijlen 1 en 2 geven schematisch de stroomrichting van het gas aan voor en na de schokpassage. **b.** Contouren van gelijke snelheid (in km/s, heliocentrisch) gemeten in de Hβ lijn met 25" resolutie; het gebied is hetzelfde als in figuur a.

a. The distribution of dust (thick solid line) Hβ emission (contours: TAURUS measurements, 5" resolution) and the ridge line of the HI distribution (dashed line) are shown here for a section of the inner eastern spiral arm in M83. The arrows marked 1 and 2 indicate schematically the pre- and post-shock gas flow. **b.** Isovelocity contours (km/s, heliocentric) of the Hβ kinematics at 25" resolution (same area as Figure a).

NGC 6946.

F. Boulanger en F. Viallefond (Obs. de Paris, Meudon) hebben de volgende waarnemingen van het spiraalstelsel NGC 6946 verkregen:

- WSRT radio-continuum kaarten op 50 en 21 cm, met 30" oplossend vermogen.
- WSRT HI waarnemingen met 25" en 9 km/s oplossend vermogen. Ontbrekende, korte, basislijnen gemeten met de Penticton interferometer (Dominion Radio Astrophysical Obs.), zijn aan de WSRT waarnemingen toegevoegd.
- CO waarnemingen uit Onsala, in samenwerking met A. Winnberg (Onsala Space Obs., Zweden) en W.M. Goss, van gebieden rond de kern en de grootste HII gebieden.
- IRAS infrarood fotometrie op 12, 25, 60 en 100 μm.
- Optische foto's in Hα en het rode continuum gemaakt door F. Bonnarel (Obs. de Marseille).
- UV fotometrie bij 2030 A verkregen door B. Milliard (Lab. Astroph. Spatiale, Meudon) met ballon experimenten.

De Westerbork waarnemingen laten zien dat de HI spiraalstructuur in het centrale gedeelte van het stelsel nogal rommelig is en geen systematische samenhang met de Hα armen vertoont. De HI armen zijn gefragmenteerd op een schaal van ~1 kpc; de dichtheid in de fragmenten is een factor 3 groter dan het gemiddelde in de armen. In de buitendelen zijn vier lange brede armen zichtbaar; ook deze armen zijn gefragmenteerd en sommige delen vertonen grotere dichtheidscontrasten met de omgeving dan die in de binnenste armen. Er is geen verstoring van het snelheidsveld op grote schaal samenhangend met de spiraalstructuur zichtbaar. Op kleine schaal laten deze HI waarnemingen twee opvallende eigenschappen van de gasverdeling zien:

- Op verschillende plaatsen zijn gaten in de HI verdeling met afmetingen van 500 pc gevonden. De ontbrekende gasmassa is $\sim 10^7$ $M_\odot$. Vaak vertoont het gas rond deze gaten een verstoord snelheidsveld.
- Er zijn enkele HI wolken met afwijkende snelheden gevonden. De massa van deze wolken is $\sim 3 \times 10^5$ $M_\odot$ en de snelheidsafwijking t.o.v. de algemene beweging is ~40 km/s, corresponderend met een kinetische energie $>6 \times 10^{52}$ erg. Deze wolken bevinden zich vrijwel allemaal in locale minima van de algemene HI verdeling. De oorsprong van deze wolken en gaten zou in verband kunnen staan met de ontwikkeling van de buitengewoon actieve gebieden van stervorming die de grote hoeveelheden geïoniseerde waterstof veroorzaken die waargenomen worden in de radio-continuum en Hα verdelingen. Net als in M101 vallen deze reuze HII gebieden samen met HI complexen. In de meeste van deze gebieden is de CO J=1→0 lijn gedetecteerd, maar er is geen correlatie gevonden tussen de intensiteiten van radio continuum en CO lijn. De CO emissie rond twee van deze gebieden is in kaart gebracht; daar-

bij werd geen verhoging van de CO lijnstraling in de HII gebieden gevonden. Evenmin bleek de CO emissie samen te hangen met de HI verdeling.

F. Gas in vroeg-type stelsels.

a. SO-stelsels.

W. van Driel en H. van Woerden hebben hun onderzoek naar de ruimtelijke verdeling en bewegingen van atomair waterstofgas in gasrijke SO-stelsels, door middel van Westerbork waarnemingen in de 21 cm lijn, voortgezet. Dit onderzoek gebeurt in samenwerking met diverse anderen, met name U.J. Schwarz, G.R. Knapp (Princeton), J.S. Gallagher (Urbana), N.A. Krumm (Cincinnati) en C. Balkowski (Meudon). Diverse deelresultaten van dit onderzoek zijn in vorige jaarverslagen gegeven; een samenvattende bespreking met voorlopige conclusies verscheen in het Jaarverslag over 1982 (p. 126). De volgende nieuwe, in 1983 verkregen, resultaten verdienen vermelding.

In het als edge-on SO geclassificeerde stelsel NGC 3413 ligt het gas in een schijf, die iets groter is dan het optische beeld. Waarschijnlijk is dit stelsel in feite een spiraalstelsel. De Westerbork meting van NGC 3032 (SABrO) toont geen waarneembare waterstofstraling. De met 2 enkelvoudige radiotelescopen verkregen profielen zijn onderling tegestrijdig; een, inmiddels verrichte, nieuwe meting in Arecibo moet uitsluitsel geven.

NGC 3626 is een SO/a stelsel met een optische buitenring en een dwergbegeleider. De waterstofverdeling in dit stelsel is ongewoon: Ze omvat een balk door het centrum en twee armen of een verbrokkelde ring buiten het optische stelsel.

Verscheidene grote, gasrijke SO-stelsels liggen op het zuidelijke hemelhalfrond en kunnen te Westerbork moeilijk of niet worden waargenomen. Voor 3 van deze stelsels werden, in samenwerking met A.H. Rots (NRAO), waarnemingen met de VLA verricht. In NGC 1291 - het dichtstbijzijnde SBO/a-stelsel, met 11' optische diameter, op declinatie -41° - toont de VLA-kaart enkele concentrische HI ringen, waarvan de binnenste samenvalt met de buitenrand van de optische buitenring. De gasverdeling is naar binnen scherp begrensd; er is geen gas gevonden in de binnendelen van het stelsel. De waterstof vertoont een zeer kleine snelheidsgradiënt; het stelsel wordt dan ook practisch "face-on" waargenomen.

Ook NGC 5101 is een SBO/a-stelsel en de gasverdeling in dit stelsel lijkt op die in NGC 1291. Ook hier enkele HI ringen, waarvan de binnenste samenvalt met de buitenste fotografisch waargenomen spiraalarmen.

IC 5267 (declinatie -43°) heeft, blijkens nieuwere foto's, een wat later morfologisch type: Sa. In dit stelsel ligt het meeste gas in de buitenste, dunne spiraalarmen; er is echter ook gas dichter bij de kern. De VLA kaart laat ook waterstofgas in een dwergbegeleider zien.

Twee gevallen van mogelijke interactie tussen SO-stelsels en spiraalstelsels werden onderzocht. Van Driel en Van Woerden maakten, in samenwerking met Appleton (Manchester) en Davies (Jodrell Bank), met de WSRT een waterstofkaart van de omgeving van NGC 4026 (Figuur 3.3.9.). Dit vroege SO-stelsel vormt een groep met enkele kleine spiraalstelsels; Appleton en Davies hadden de groep eerder in Jodrell Bank bestudeerd. De Westerbork kaart levert de volgende resultaten. Elk van de dwergstelsels bevat een hoeveelheid gas, maar dit gas strekt zich niet ver uit; er worden geen staarten of gasbruggen tussen stelsels waargenomen. NGC 4026 bevat kennelijk geen waterstofgas, ook geen buitenring. Wel ligt er een HI filament in de buurt, dat niet met een optisch object correspondeert. Misschien is dit een gaswolk die door NGC 4026 zal worden ingevangen? Appleton is bezig met de CRAY-computer in Manchester na te gaan, welke rol de getijdewerkingen in deze groep kunnen spelen.

Een Westerbork-studie van het paar NGC 6500/6501 werd ondernomen door Van Driel en Van Woerden met R.H. Sanders. De Sb-spiraal NGC 6500, die er optisch vervormd uitziet, blijkt een sterk vervormde waterstofverdeling te hebben: een centrale concentratie plus een drietal filamenten. Het gas reikt tot dicht bij het SO-stelsel (NGC 6501), maar heeft een hogere snelheid. In het SO-stelsel zelf werd geen gas gevonden.

Bij de analyse van de waterstof resultaten is optisch waarnemingsmateriaal van belang. Voor bijna alle (≈20) stelsels van het SO programma zijn fotografische platen verkregen of toegezegd door J.S. Gallagher (Steward Obs., 90 inch reflector) en/of C. Balkowski (Palomar 1,2 m Schmidt, Haute Provence 1,5 m en ESO 3,6 m reflector). Met de 2,5 m Isaac Newton Telescope op La Palma zullen in mei 1984 spectra worden opgenomen ter bepaling van de rotatie van de stellaire component. Vergelijking van de rotatierichtingen van sterren en gas zal van belang zijn voor het probleem van de herkomst van de gasringen. Voor een aantal stelsels is de rotatie al gemeten door A. Dressler (Mount Wilson en Las Campanas).

Bij de interpretatie van de resultaten speelt ook de plaats van SO-stelsels in de morfologische classificatieschema's een rol. Met het oog daarop hebben Van Driel en Van Woerden ook enkele vroege (Sa) spiralen in Westerbork gemeten: NGC 1169, 3619 en 3898. De waterstofverdelingen in deze 3 stelsels blijken sterk te verschillen. NGC 1169 vertoont een diep en uitgestrekt centraal minimum; het gas ligt in een ring, waarvan de diameter anderhalf maal de optische bedraagt. In NGC 3619 is de waterstofafmeting kleiner dan de optische; het gas ligt in 2 concentraties aan weerszijden van het centrum. De waterstof in NGC 3898 strekt zich uit over 2 optische diameters; er zit ook gas in een onregelmatige begeleider.

b. Spoelvormige melkwegstelsels.

P.L. Schechter (Kitt Peak), Sancisi, Van Woerden en Lynds (Kitt Peak) voltooiden hun studie van 2 spoelvormige melkwegstelsels, UGC 7576 en II Zw 73, gebaseerd op in 1982 in Westerbork

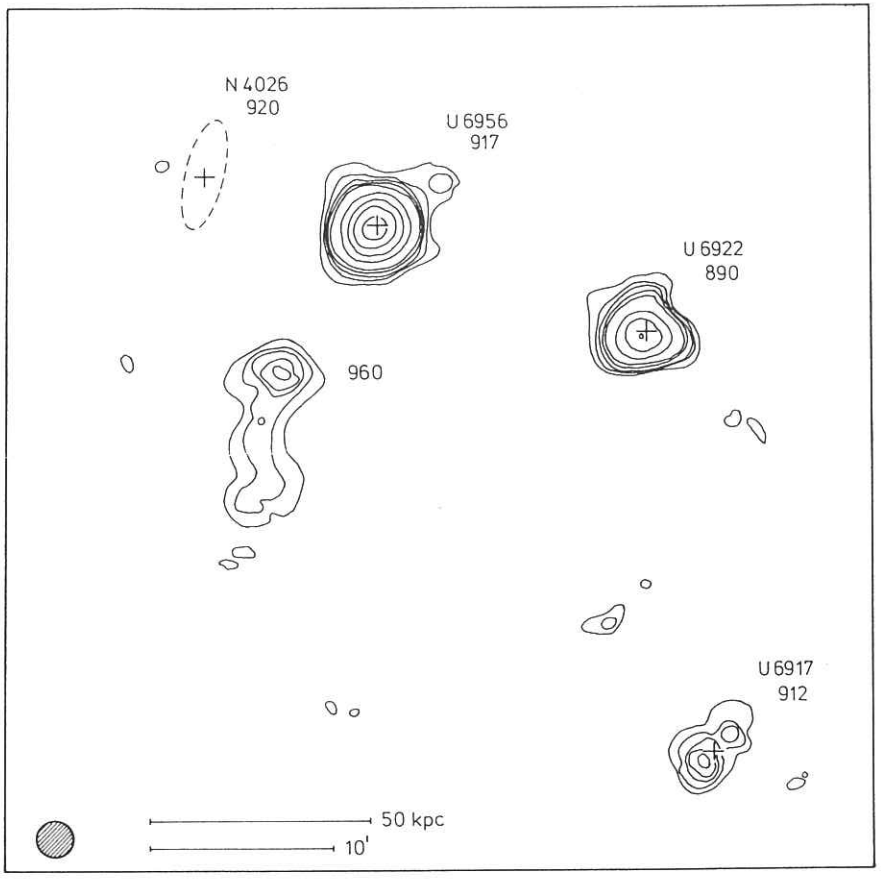


Fig. 3.3.9.

Verdeling van HI gas in een groep sterrenstelsels. Deze groep bestaat uit het gasloze SO-stelsel NGC 4026 (waarvan de optische afmetingen zijn weergegeven) en de drie kleine spiraalstelsels UGC 6917, 6922 en 6956. Ten zuiden van NGC 4026 is een filament van HI gas zichtbaar, dat misschien door het SO-stelsel kan worden ingevangen. Bij ieder object is ook de radiële snelheid in km/s aangegeven. Contourwaarden zijn 0,14, 0,28, 0,42, 0,56, 0,70, 1,4, 2,1, 2,8, 3,5 x 10^{20} atomen/cm^2.

Distribution of HI gas in a group of galaxies consisting of the gas-free SO galaxy NGC 4026 (its optical dimensions are indicated by the dashed line), and three small spiral galaxies UGC 6917, 6922 and 6956. To the south of NGC 4026 a filament of HI gas can be seen, which might eventually be captured by the SO galaxy. For each object the radial velocity in km/s has been indicated. Contour levels are 0.14, 0.28, 0.42, 0.56, 0.70, 1.4, 2.1, 2.8, 3.5, x 10^{20} atoms/cm^2.

verrichte 21 cm lijnwaarnemingen. Spoelstelsels (vgl. Figuur 3.3.10a) bestaan uit een op de kant gezien S0 stelsel plus een smalle, daar vrijwel loodrecht op staande lichtband. Ze zijn erg zeldzaam (of moeilijk te ontdekken?): er zijn er een tiental van bekend.

Figuur 3.3.10. toont de resultaten voor UGC 7576; die voor IIZw 73 lijken hier sterk op. Het waterstofgas blijkt geheel in de smalle, langgerekte lichtband te liggen (Figuur 3.3.10a). De intensiteitsverdeling duidt erop dat het gas in feite in een betrekkelijk smalle ring ligt en niet een vlakke schijf compleet vult. Dit wordt bevestigd door het positie-snelheidsdiagram van figuur 3.3.10b, dat gashoeveelheid als functie van snelheid en positie langs de vertikale as geeft: bij elke positie vertoont het gas slechts een geringe snelheidsspreiding; de gemiddelde snelheid verloopt lineair met positie. Deze feiten wijzen erop dat het gas in een smalle, cirkelvormige ring ligt die om zijn centrum roteert. De rotatiesnelheid bedraagt 235 km/s, de periode 400 miljoen jaar; hieruit volgt een totale massa van 2×10^{11} $M_\odot$. De gasmassa in de ring bedraagt 3×10^9 $M_\odot$, zeer hoog in verhouding tot de hoeveelheid licht in het stelsel (5×10^9 $L_\odot$). (De gegeven getallen gelden voor een afstand van 70 Mpc.)

Het regelmatige patroon van snelheden suggereert dat het gas al enkele omwentelingen heeft afgelegd; het moet dus (minstens) ongeveer 10^9 jaar oud zijn. Anderzijds is waarschijnlijk dat differentiële precessie in enkele miljarden jaren de ring sterk zou vervormen. Het is daarom waarschijnlijk dat het gas "betrekkelijk kort geleden" (1 à 3×10^9 jaar) is ingevangen. Blijkbaar heeft het ook jonge sterren gevormd, want de kleur van de lichtband is blauw. Alleen in dit laatste opzicht wijken de spoelstelsels duidelijk af van de S0 stelsels met uitwendige gasringen uit het onderzoek door Van Driel en Van Woerden (zie paragraaf F.a.). In andere opzichten vertonen ze sterke analogieën.

Vermelding verdient nog dat de waterstofstraling van UGC 7576 slechts 6 mJy sterk is; het is een van de zwakste in de waterstoflijn gecarteerde objecten.

c. Filamenten en stofbanden in NGC 3718: een stelsel hellende gasringen.

U.J. Schwarz voltooide zijn studie van waterstofgas in NGC 3718. Dit is een moeilijk te classificeren vroeg-type sterrenstelsel dat optisch enkele bijzondere kenmerken vertoont: een symmetrisch, vlindervormig stel stofbanden in het binnengebied (Figuur 3.3.11a) en een stel smalle, langwerpige armen en filamenten (Figuur 3.3.11b). De waterstofverdeling, weergegeven door contouren in Figuur 3.3.11a en b, correspondeert zeer nauwkeurig met deze optische kenmerken. Zoals reeds besproken en geïllustreerd in het Jaarverslag over 1981 (blz. 110), is de snelheidsstructuur van de waterstof ongewoon complex: op vele plaatsen vertoont het profiel 2 of 3 componenten.

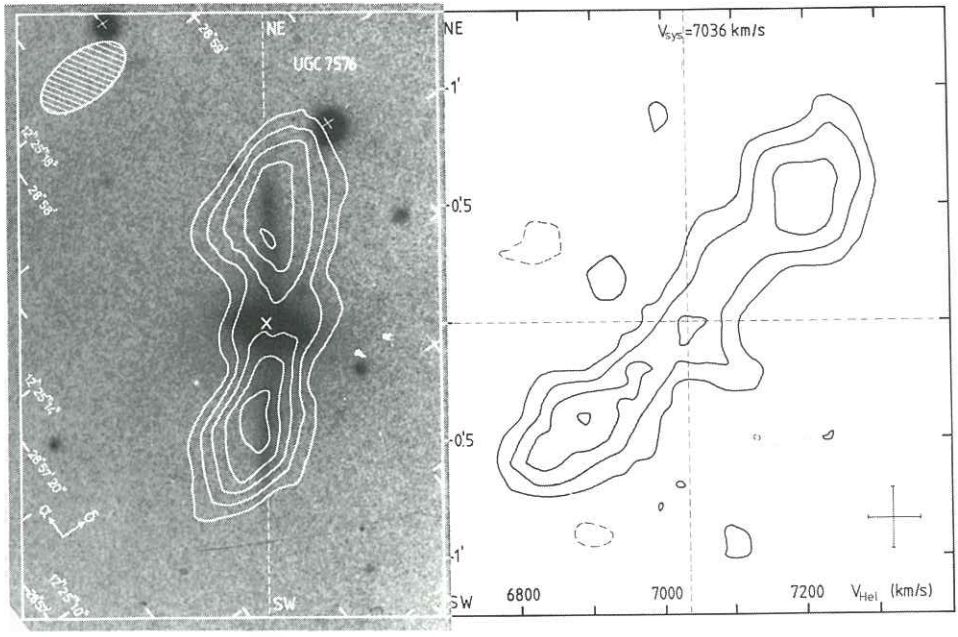


Fig. 3.3.10.

a) Verdeling van atomair waterstofgas in het spoelvormige stelsel UGC 7576. Contourwaarden: 3,6, 7,2, ...18×10^{20} atomen/cm^2. Het gas blijkt geconcentreerd in de smalle lichtband, die vrijwel loodrecht staat op het hoofddeel van het stelsel. De (schijnbare) verbreding van de gasverdeling is vrijwel geheel het gevolg van het beperkte oplossend vermogen van de waarneming - zie de ellips linksboven. **b)** Positie-snelheidsdiagram voor HI in UGC 7576. Dit diagram toont de HI verdeling, als functie van de radiële snelheid V_{Hel} en van de coördinaat langs de ZW-NE as in figuur 10a. De snelheid verloopt blijkbaar evenredig met de positie en vertoont weinig spreiding. Contourwaarden: 1,7, 3,4, 5,1, 6,9 K. Resolutie in snelheid en positie is rechtsonder aangegeven.

a) Distribution of atomic hydrogen in the spindle galaxy UGC 7576. Contour values: 3.6, 7.2, ...18×10^{20} atoms/cm^2. The gas is clearly concentrated in the narrow optical feature, which is almost perpendicular to the main body of the galaxy. The observed spread around this narrow feature is essentially due to the limited resolution of the observation (ellips in top-left corner). **b)** Position-velocity diagram of HI showing the HI intensity, as function of heliocentric velocity and position along the narrow feature. Velocity appears to increase linearly along the features, with little dispersion: this indicates the hydrogen lies in a ring in circular rotation. Contour values: 1.7, 3.4, 5.1, 6.9 K. Resolution shown at lower right.

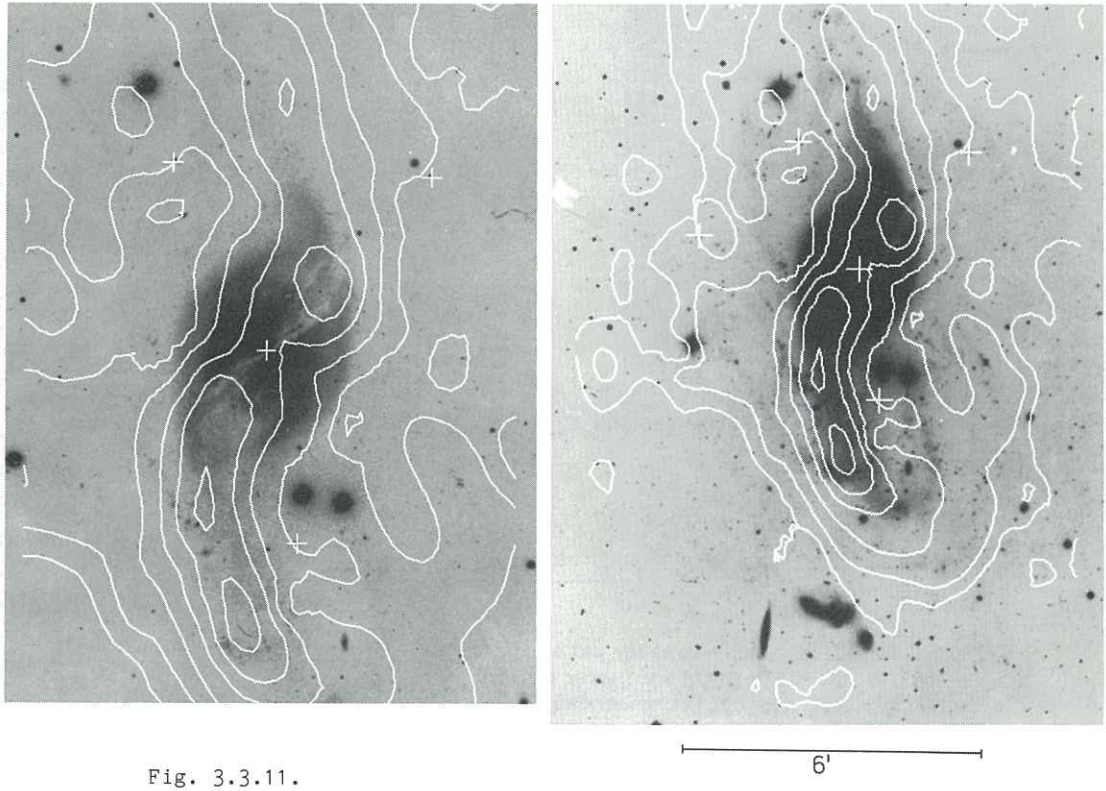


Fig. 3.3.11.

a) Het binnendeel van NGC 3718 wordt gekenmerkt door een vlindervormig stel stofbanden, die overgaan in zwakke, lange armen. De waterstofgasverdeling (contouren: 5, 10, 20, 30, 40, 50 x10^9 atomen/cm^2) correspondeert nauwkeurig met deze details. Foto: H.C. Arp, Mt. Wilson & Las Campanas Observatories).

b) Diepe foto (door H.C. Arp) van NGC 3718. De waterstofverdeling (contouren als in a) volgt de zwakke armen en filamenten. De groep kleine stelsels aan de zuidkant houdt geen verband met NGC 3718.

a) The inner structure of NGC 3718 appears to be characterized by a butterfly-like set of dust features, which connect smoothly with long, faintly luminous arms. The hydrogen distribution (contours: 5,10,20 ...50 x10^9 atoms/cm^2) corresponds closely with these features. Photo courtesy H.C. Arp, Mt. Wilson & Las Campanas Observatories).

b) Deep photo by H.C. Arp of NGC 3718, showing faint outer arms and filaments closely followed by the HI distribution (contours as in a). The group of small galaxies south of NGC 3718 appears unrelated to the large galaxy.

Schwarz heeft de verschijnselen nu kunnen weergeven door een eenvoudig model, dat bestaat uit een stelsel onderling sterk hellende ringen. Soortgelijke modellen zijn reeds veelvuldig toegepast, onder de naam "warped disk" (= verbogen (gas)schijf), met name door Rogstad, Lockhart en Wright voor M 83 en M 33, door Sancisi voor edge-on stelsels, en door Bosma (Proefschrift Groningen 1978) voor tal van andere stelsels. Het model voor NGC 3718 is bijzonder in twee opzichten: de onderlinge helling van de ringen loopt op tot ongeveer 90°, en het stelsel ringvlakken heeft één gemeenschappelijke knopenlijn. De consequentie van dit laatste is dat de ringen geen precessie beweging uitvoeren.

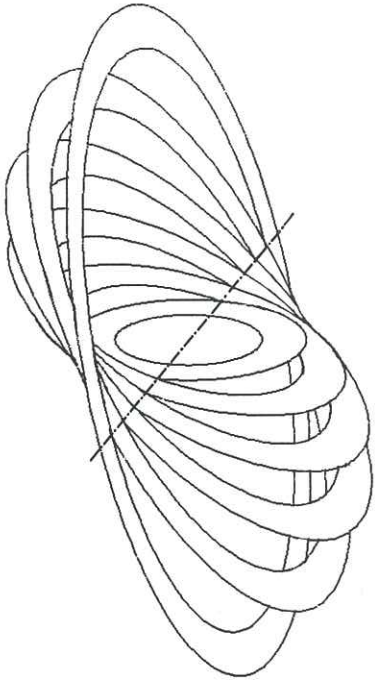
Figuur 3.3.11c toont de geometrie van het ringenstelsel gezien vanuit gunstige (niet-aardse) richting. Figuur 3.3.11d laat zien hoe het binnendeel van dit ringenstelsel de stofconfiguratie weergeeft. Verrassend is dat de stofbanden dus niets te maken hebben met het centrum van het stelsel, maar ver erbuiten liggen en er door ons slechts "toevallig" op geprojecteerd worden waargenomen: de desbetreffende ringen maken een hoek van ongeveer 90° met het hemelvlak. Deze interpretatie wordt afgedwongen door het feit dat a) de snelheid van het met de stofbanden corresponderende waterstofgas slechts langzaam variëert met positie, en b) deze snelheid ter plaatse van het centrum precies (binnen 2 km/s) overeenstemt met de systeemsnelheid van het sterrenstelsel. Figuur 3.3.11e laat zien hoe ook de complexe snelheidsstructuur van het waterstofgas in detail door het model wordt weergegeven. Het voorkomen van 2 of meer componenten per positie is een gevolg van het aan de hemel over elkaar vallen van ringen met verschillende straal. Het gas in de ringen heeft overal een rotatiesnelheid van ongeveer 250 km/s.

Hoe moet het ontstaan van deze bijzondere gasconfiguratie worden verklaard? Gedacht kan worden aan getijdewerking tussen NGC 3718 en het buurstelsel NGC 3729, of aan versmelting van twee sterrenstelsels. Beide hypothesen stuiten echter op moeilijkheden. Waarschijnlijker lijkt, dat NGC 3718 een stelsel is met 3 ongelijke assen,en dat het gas uit de intergalactische ruimte is ingevangen. Van Albada, Kotanyi en Schwarzschild (1982) hebben laten zien dat in een triaxiale potentiaal invang in stabiele banen loodrecht op een lange as van het stelsel mogelijk is, en dit als verklaring voorgesteld van de zware stofband in het radiostelsel Centaurus A, dat optisch enige overeenkomst vertoont met NGC 3718.

Een pikant aspect van dit werk is dat het demonstreert hoe belangrijk aandacht voor de profielstructuur per positie kan zijn; een simpel snelheidsveld, dat per positie één snelheidswaarde geeft, is voor dit stelsel niet voldoende!

G. HI Waarnemingen van de Virgo Cluster.

Zowel observationele als theoretische argumenten wijzen erop dat de omgeving een belangrijke rol kan spelen bij de vorming en



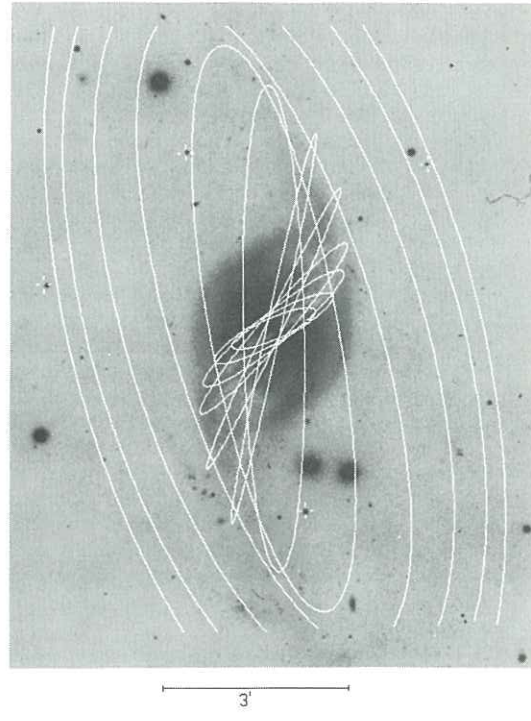


Fig. 3.3.11. (continued)

c) Model van de HI verdeling in NGC 3718, bestaande uit een stelsel onderling sterk (tot 90°) hellende ringen met één gemeenschappelijke knopenlijn.

d) Projectie van het stelsel hellende ringen op het vlak van de hemel. De binnenste (kleinere) ringen corresponderen met het stelsel (gas- en) stofbanden, dat wij op het kerngebied van NGC 3728 geprojecteerd zien. De buitenste ringen geven het gas in de armen en filamenten weer.

c) Model of the HI distribution in NGC 3718, consisting of a set of mutually, strongly (up to 90°) inclined rings.

d) Projection of the tilted-ring model on the sky. The inner rings correspond with the dust bands seen in projection against the bulge of NGC 3718. The outer rings represent the gas in the arms and filaments.

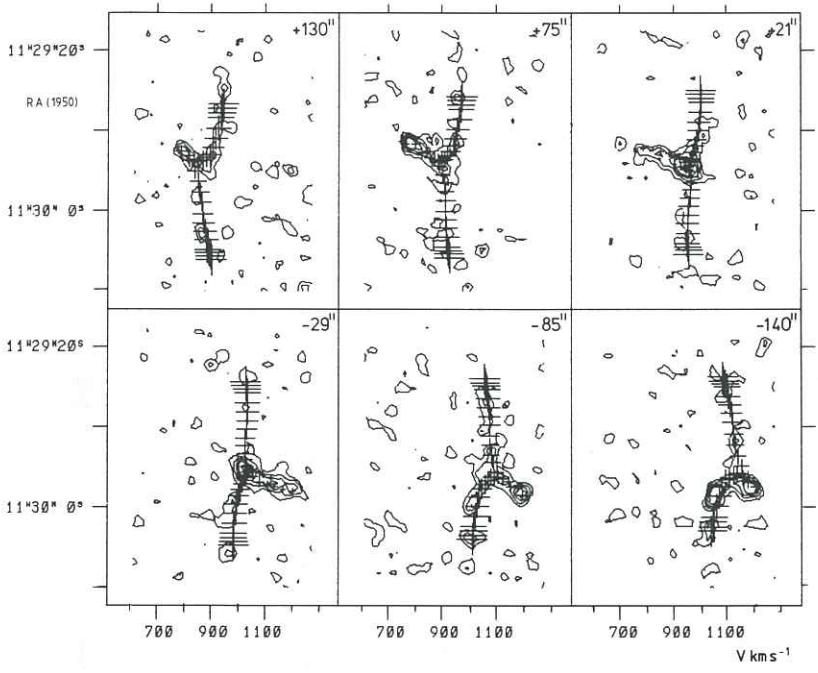


Fig. 3.3.11. (continued)

e) Diagrammen van intensiteit als functie van rechte klimming en snelheid, langs 6 lijnen van constante declinatie; het getal in de rechterbovenhoek van alle figuurtjes geeft het declinatieverschil met het centrum van het stelsel. De kruisen geven de (op de hemel geprojecteerde) positie en de snelheid (in de gezichtslijn) van de gasringen aan; de grootte van de kruisen is een maat voor hun afstand tot het centrum van het stelsel. Het ringmodel past nauwkeurig op de waargenomen snelheidsstructuur.

e) Six diagrams of intensity as function of right ascension and velocity, along lines of constant declination; declinations relative to the galaxy centre are shown in the top-right corners. The crosses indicate sky-projected position and line-of-sight velocity of the gas rings; the sizes of crosses is a measure of the ring radii only. The ring model closely represents the observed velocity structure.

evolutie van sterrenstelsels. Het is dus bij de bestudering van globale eigenschappen van stelsels zoals afmeting, kleur, morfologie, gasinhoud enz. belangrijk om een vergelijking te maken tussen stelsels in clusters en veldstelsels. In de laatste jaren zijn de eigenschappen van neutrale waterstof in clusterstelsels uitvoerig bestudeerd. De verkregen resultaten lijken er op te wijzen dat de verhouding van de totale HI massa en de lichtkracht (M_H/L) kleiner is in gebieden waar de dichtheid van stelsels hoog is. Voor de interpretatie van dit verschijnsel is de ruimtelijke verdeling van het gas van belang. De Virgo Cluster is bijzonder geschikt voor een studie van de HI verdeling: de cluster bevindt zich op relatief kleine afstand, bevat stelsels van verschillende morfologische types, is gedeeltelijk met de Einstein röntgen-satelliet in kaart gebracht en aanvullende gegevens (zoals radiële snelheid, magnitude, kleur enz.) zijn beschikbaar voor een groot aantal clusterleden.

In de laatste jaren zijn verschillende onderzoeken van de HI inhoud en HI afmetingen van Virgo Cluster stelsels gepubliceerd. Onlangs is aangetoond dat de afmetingen van de HI schijven in stelsels, met een bepaalde optische diameter, binnen de kern van de Virgo Cluster een factor 1,6 kleiner zijn dan in veldstelsels. Bovendien is de M_H/L-waarde in cluster stelsels een factor 2,5 kleiner dan in veldstelsels. Deze resultaten zijn echter verkregen met enkelvoudige radiotelescopen met een oplossend vermogen van 3-4 boogminuten in twee dimensies (of slechts in één), nauwelijks genoeg om de HI verdeling in de cluster stelsels op te lossen. Met de WSRT zijn de HI verdelingen van 35 stelsels in de Virgo Cluster gemeten door R.H. Warmels. Voor de meeste van deze stelsels bestaat het resultaat van de waarnemingen uit een of twee positie-snelheids (p-V) diagrammen. Zo'n p-V diagram geeft de projectie van de HI verdeling op de resolutie-as als functie van de snelheid. Het oplossend vermogen van deze kaarten is ongeveer 25" bij 33 tot 66 km/s.

Om de radiële verdeling van de HI oppervlaktedichtheid af te leiden kunnen we de positie-snelheidskaart in de snelheidsrichting integreren om zo de HI verdeling op de resolutie-as te projecteren (de zgn. stripintegraal). Met de gegeven positiehoek van de resolutie-as en de oriëntatie van het stelsel (inclinatie en positiehoek) kunnen we de radiële HI oppervlaktedichtheids-verdeling berekenen, onder aanname dat deze verdeling azimuthale symmetrie vertoont en zich in een vlak bevindt. Omdat deze methode aan weerszijden van het centrum van het stelsel kan worden toegepast, is het mogelijk om ook asymmetrieën in de verdeling te meten. Figuren 3.3.13. en 3.3.14. tonen de resultaten van een van de twee waarnemingen van NGC 4254 verkregen bij verschillende richtingen van de resolutie-as. Figuur 3.3.12. toont de oriëntaties van de resolutie-assen in een foto van het stelsel. In Figuur 3.3.13. worden de positie-snelheidskaart en de strip-integraal langs de as met positiehoek 70° getoond. De berekende radiële verdeling van de HI oppervlaktedichtheid is in Figuur 3.3.14. te zien. Merk op dat

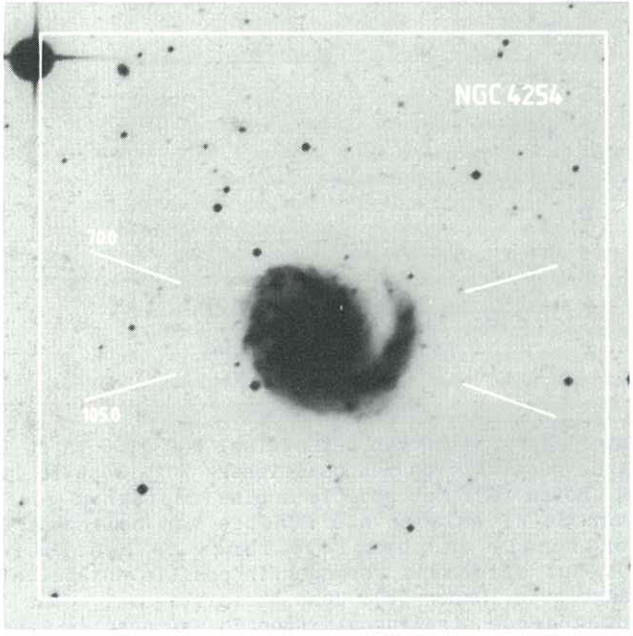


Fig. 3.3.12.
Oriëntatie van de resolutie-assen van de twee waarnemingen van NGC 4254, gesuperponeerd op een optische foto.
Orientation of the resolution axes of the two observations of NGC 4254, superimposed on an optical photograph.

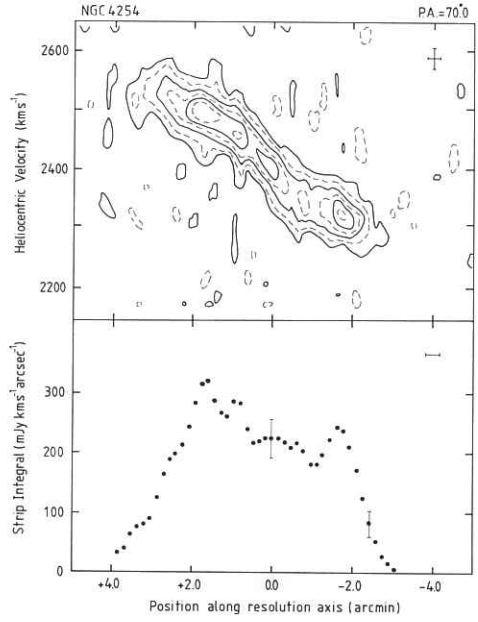


Fig. 3.3.13.

De waterstoflijnstraling van het stelsel NGC 4254 in de Virgo Cluster, langs de resolutie-as met positiehoek 70°. Oost is links, west is rechts. **Boven (a):** het positie-snelheidsdiagram geeft de intensiteit van de HI emissie als functie van heliocentrische snelheid (verticaal) en positie p langs de resolutie-as (horizontaal). Het oplossend vermogen in positie en snelheid is rechtsboven aangegeven. **Onder (b):** deze stripintegraal toont de in snelheid geïntegreerde straling als functie van positie langs de resolutie-as. De onzekerheid van deze integralen is globaal aangegeven door de twee staafjes.

Hydrogen-line radiation of NGC 4254, a galaxy in the Virgo Cluster, along the resolution axis with position angle 70°. East is left, West is right. **Upper panel (a):** Position-velocity diagram, showing the intensity of the HI emission as function of heliocentric velocity and position p along the resolution axis. Resolution in angle and in velocity are shown in top right corner. **Lower panel (b):** Strip integrals obtained by integrating figure a over velocity at each position p. Typical uncertainty of these integrals is shown by the two error bars.

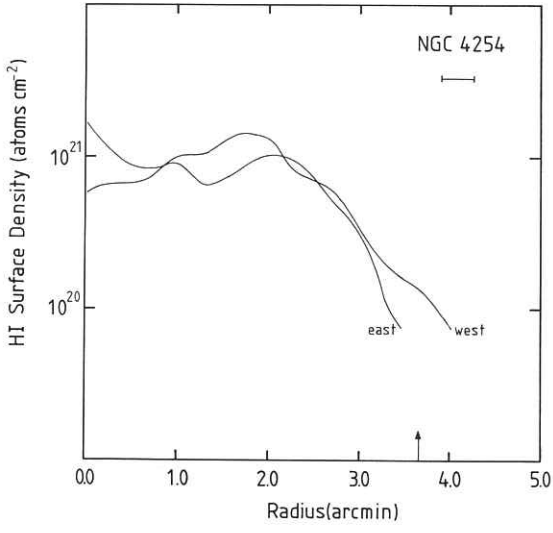


Fig. 3.3.14.
Radiële verdeling van de HI oppervlaktedichtheid in NGC 4254, verkregen uit de resultaten getoond in Fig. 3.3.13.
Radial distribution of HI surface density in NGC 4254, obtained from the results presented in figure 3.3.13.

het stelsel in de buitendelen asymmetrisch is: op een niveau van $1x10^{20}$ atomen/cm^2 is het stelsel aan de westkant ongeveer 0;5 groter dan aan de oostkant. Soortgelijke resultaten zijn nu beschikbaar voor een twintigtal stelsels in de Virgo Cluster.

Vergelijking tussen de Virgo Cluster en veldstelsels.

R.H. Warmels heeft een vergelijking gemaakt tussen de verdeling van de verhoudingen van HI- en optische diameters (D_{HI}/D_O) in leden van de Virgo Cluster en in een aan Bosma (1981) ontleende verzameling veldstelsels die reeds eerder in Westerbork en elders werden gecarteerd. Deze vergelijking (Figuur 3.3.15.) laat de volgende verschillen zien:

a) De HI diameter D_{HI} (op een niveau van $1,82x10^{20}$ atomen/cm^2) van de Virgo Cluster stelsels, met een bepaalde optische diameter D_O, is gemiddeld 22% kleiner dan die van veldstelsels met dezelfde diameter D_O. Dit verschil wordt 17% als we als veldstelsels uitsluitend stelsels kiezen die met de WSRT zijn waargenomen.
b) De verdeling van de veldstelsels vertoont een aantal stelsels met grote D_{HI}/D_O (>1,8); deze hoge waarden worden niet bij de Virgo Cluster stelsels gevonden.
c) De D_{HI}/D_O verdeling in de Virgo stelsels bevat een aantal stelsels met een kleine D_{HI}/D_O waarde (<1,0). Hoewel de statistiek op dit punt pover is, vinden we dat dit effect minder duidelijk bij de veldstelsels aanwezig is.

Aangezien de twee diameterverdelingen niet sterk verschillen, mogen we concluderen dat het gemiddelde effect van de omgeving op de HI afmetingen van de geselecteerde cluster stelsels niet dramatisch verschilt van dat op de veldstelsels. De veldstelsels met grote D_{HI}/D_O waarden kunnen verklaard worden als systemen die geen merkbare invloed van hun omgeving ondervonden hebben, terwijl de stelsels in de Virgo Cluster met lage D_{HI}/D_O waarden kunnen duiden op recent gasverlies door wisselwerking met andere stelsels of intergalactisch gas. In deze analyse is nog niet gecorrigeerd voor het (geringe) verschil in lichtsterkte tussen de twee steekproeven, en evenmin voor mogelijke verschillen in de verdeling van morfologisch types. Aangezien bij Bosma (1981) de verhouding D_{HI}/D_O niet sterk afhangt van het type, is ook dit laatste effect waarschijnlijk klein.

Radiële gradiënten in de Virgo Cluster.

In Figuur 3.3.15a is aangegeven welke stelsels zich nabij het centrum van de cluster bevinden, dwz. binnen 4° van het reuzen elliptische stelsel M87. In de hier weergegeven selectie van 19 stelsels is geen verschil merkbaar tussen de HI afmetingen van de stelsels binnen en buiten het centrum van de cluster: $\langle D_{HI}/D_O \rangle = 1,23 \pm 0,30$ voor stelsels in het centrale gebied, $\langle D_{HI}/D_O \rangle = 1,23 \pm 0,32$ voor stelsels buiten de straal van 4° rond M87.

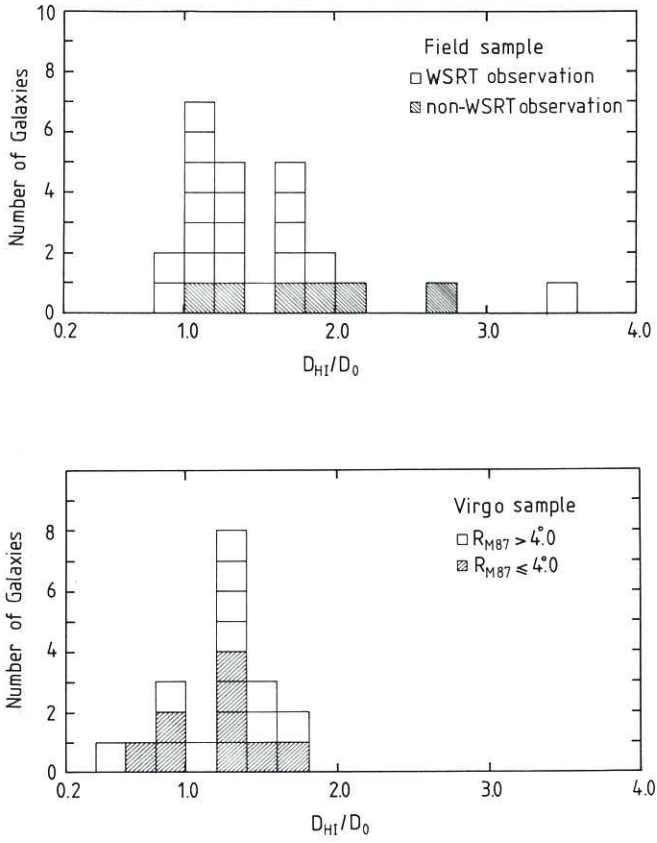


Fig. 3.3.15.

a) Frequentie verdeling van D_{HI}/D_O voor 19 stelsels in de Virgo Cluster. Stelsels in de kern zijn gearceerd weergegeven. D_{HI}/D_O is de verhouding van de waterstof diameter en de optische diameter. **b)** Frequentie verdeling van D_{HI}/D_O voor 25 veldstelsels. Niet-WSRT waarnemingen zijn gearceerd weergegeven.

a) Frequency distribution of D_{HI}/D_O for 19 galaxies in the Virgo Cluster. Galaxies in the core are indicated by hatched boxes. D_{HI} and D_O are hydrogen and optical diameters. **b)** Frequency distribution of D_{HI}/D_O for 15 field galaxies. Non-WSRT observations are indicated by hatched boxes.

Nieuwe resultaten voor een groter aantal stelsels in het kerngebied van de cluster (binnen 2° van M87) geven daar echter veel kleinere HI diameters. Het lijkt waarschijnlijk dat in deze stelsels het gas grotendeels is verwijderd door botsing met het hete, geioniseerde gas rondom M87 dat door röntgen waarnemingen is aangetoond.

Aan een gedetailleerde analyse van de resultaten, waaronder twee dimensionale waarnemingen met hoog oplossend vermogen (~25x55") van 13 niet in Figuur 3.3.15. verwerkte stelsels in de Virgo Cluster, wordt nog gewerkt.

H. Radio-continuum in sterrenstelsels.

De bestudering van de radio-continuum emissie in spiraalstelsels is sinds het in gebruik nemen van de WSRT een belangrijk onderzoeksgebied in Nederland geweest.

Deze emissie is grotendeels niet-thermisch en vindt zijn oorsprong in relativistische deeltjes die in magneetvelden bewegen. Metingen van deze straling kunnen gebruikt worden om de verdeling te bestuderen van de bronnen van kosmische straling (waar elektronen een deel van uitmaken) en van het interstellair magneetveld. Enige jaren geleden werd ontdekt dat in een aantal schijven van sterrenstelsels de oppervlaktehelderheid van radiocontinuum en die van sterlicht dezelfde afhankelijkheid van de afstand tot het centrum vertonen; de bronnen van kosmische straling lijken dus samen te hangen met de algemene schijfpopulatie.

In het afgelopen jaar werd een gedetailleerde analyse van de radio emissie in het op z'n kant waargenomen spiraalstelsel NGC 891 uitgevoerd door Hu Fu-Xing (bezoeker van Purple Mountain Observatory, Volksrep. China) en R.J. Allen. Deze studie omvatte ook een vergelijking met oppervlakte fotometrie van het stelsel door P.C. van der Kruit en L. Searle (Mt. Wilson en Las Campanas Obs.), enkele jaren geleden gepubliceerd als onderdeel van de Palomar-Westerbork survey.

Dichtbij het vlak bevindt zich een dunne schijfcomponent met een vlakke spectraal index; een gedeelte van deze emissie kan thermische straling van HII gebieden rond hete, jonge sterren zijn. Deze dunne schijf vertoont ongeveer dezelfde dikte als de optische stoflaag en de HI verdeling. De tweede component in de radio emissie is zichtbaar als een exponentiële staart in het profiel loodrecht op het vlak van de schijf, met een schaalhoogte van 1,5-2 kpc. De verdeling van de optische oppervlaktehelderheid vertoont ditzelfde verloop. De analyse van Van der Kruit en Searle laat zien dat dit optische profiel bestaat uit een oude schijfpopulatie en het binnenste gedeelte van een sferoïdale component, de zgn. bulge. Het radio-continuum profiel blijkt echter niet het buitenste gedeelte van de optische sferoïdale verdeling te volgen. Er is wel een goede overeenstemming tussen het radio-continuum, de

optische oude schijfpopulatie en de binnenste sferoïdale component. Dit verschijnsel is nog niet in detail begrepen. De dunne schijf geeft een vlakkere spectrale index (α--0,45) dan de exponentiële component (α--0,95). In deze laatste component blijkt de spectrale index constant te zijn, zodat een diffusie model moeilijk te handhaven lijkt.

De waargenomen correlatie tussen optische- en radiostraling lijkt te wijzen op een relatie tussen de materiedichtheid en de verdelingsfunctie van relativistische elektronen, en op een nogal uniform magneetveld. Deze eigenschap van het magneetveld kan verklaard worden als een gevolg van het optreden van vertikale lussen in het magneetveld, veroorzaakt door Parker's instabiliteit. R.J. Allen en G. Longo (Napels) zullen dit model toetsen aan de hand van nieuwe polarisatiemetingen in Westerbork.

E.Hummel (MPIfR, Bonn), R. Sancisi en R.D. Ekers (NRAO) hebben met de VLA radio continuum waarnemingen verricht van de drie op hun kant waargenomen spiraalstelsels NGC 4244, 4565 en 5907. Het eerste werd niet gedetecteerd, maar NGC 4565 en 5907 laten schijfcomponenten zien, met een halfwaarde-dikte van ~1 kpc. Deze componenten, die dikker zijn dan de HI verdelingen, lijken op de oude schijfcomponent in het zichtbare licht. Geen van deze beide stelsels vertoont echter radio emissie op grote z-afstand van de schijf, hetgeen wel het geval was in de exponentiële component van NGC 891. Als de emissie op grote z-afstand verband houdt met de emissie in de schijf, dan sluiten deze resultaten voor NGC 4565 en 5907 nog geen z-verdeling uit zoals in NGC 891 en 4631 gevonden is, omdat in de laatste twee stelsels de schijf emissie 5 à 10 maal sterker is.

I. Dynamische evolutie van sterrenstelsels.

In de laatste tien jaar zijn er steeds meer aanwijzingen gevonden dat sterrenstelsels hun structuur - en zelfs hun morfologisch type - in de loop van de tijd kunnen veranderen. Een voor de hand liggend mechanisme om zo'n proces te bewerkstelligen is een botsing, gevolgd door het versmelten van twee stelsels. Er zijn echter ook subtielere processen die de vorm van sterrenstelsels beïnvloeden, bijvoorbeeld het invangen van satelliet stelsels door dynamische wrijving, verwijdering van gas door een uitwendig stralingsveld, en evolutieprocessen binnen een stelsel, zoals een wisselwerking tussen een roterende balk en een halo.

In een onderzoek door A. May, C.A. Norman (Leiden, nu ESO) en T.S. van Albada wordt de invloed van een langzaam groeiend, massief zwart gat in net centrum van een triaxiaal sterrenstelsel op de dynamica van de sterren in het stelsel onderzocht. De resultaten wijzen er op dat elliptische stelsels met een centraal zwart gat ronder zijn dan stelsels zonder zwart gat. Ook lijkt de hoeveelheid stermaterie die in dit model in het zwarte gat verdampt veel groter te zijn dan in vergelijkbare sferische modellen van

stelsels. Dit resultaat kan van belang zijn voor het begrijpen van de radiostraling uit de kernen van normale elliptische stelsels.

Dit jaar werd een project gestart om de oorsprong van het impulsmoment in sterrenstelsels met een roterende schijf te bestuderen door T.A. Oosterloo en T.S. van Albada. De eerste fase van dit onderzoek omvat een bepaling van de richtingen van spinvectoren van spiraalstelsels in paren en groepen. Er bestaan, nu nog zwakke, aanwijzingen dat de richtingen van spinvectoren in sterrenstelsels die in paren voorkomen niet willekeurig verdeeld zijn. De bestudering van de spinvector verdeling in een grote selectie van stelsels in paren en groepen kan wellicht inzicht geven in de oorsprong van het impulsmoment in schijfstelsels. De eerste waarnemingen voor dit project zijn verricht door T.A. Oosterloo en G.S. Shostak in de 21 cm HI lijn: 40 paren stelsels met de WSRT en 46 paren in Arecibo.

J. Superclusters.

R.H. Sanders, T.S. van Albada en T.A. Oosterloo hebben de mogelijkheid onderzocht dat langgerekte superclusters gravitationele lenseffecten kunnen veroorzaken in achtergrondbronnen. Het blijkt mogelijk om de beelden van bronnen met roodverschuiving $z>0.5$ te versterken of meervoudig te maken. Dit kan als superclusters voornamelijk uit donkere materie bestaan die geen verband houdt met afzonderlijke stelsels of clusters en als de lineaire dichtheid van deze materie groter is dan 10^{14} $M_\odot$/Mpc langs een filament met een loodrechte schaalhoogte kleiner dan 1 Mpc. Dit is net mogelijk in een heelal met $\Omega_0=1$, als alle materie zich in superclusters bevindt. De typische hoekafstand tussen de meervoudige beelden zou dan 3-4' zijn. Versterking door superclusters wordt veroorzaakt door het uitrekken van de beelden in de richting loodrecht op de as van de supercluster; dit zou er toe leiden dat radiobronnen ertoe neigen schijnbaar evenwijdig te zijn over afstanden van een paar graden aan de hemel. Sanders heeft gezocht naar dit statistische effect in twee onafhankelijk geselecteerde groepen radiobronnen: gepubliceerde gegevens van 3C en 4C radiobronnen en een VLA survey van bronnen uit de derde Bologna survey. Hierbij blijkt dat paren bronnen de neiging hebben om evenwijdig te zijn als ze niet meer dan 5 of 10° aan de hemel van elkaar verwijderd zijn. De significantie van dit effect en de interpretatie vormen nog een punt van discussie.

3.3.4 Gegevens- en beeldverwerking.

Het laatste jaar heeft de ontwikkeling van het Groningen Image Processing Systeem (GIPSY) zich voornamelijk toegespitst op het verbeteren van bestaande programma's. Er is uitvoerig geëxperimenteerd met algoritmes voor de analyse van tweedimensionale HI

kaarten: bepaling van rotatiekrommen, kinematische parameters en pogingen om het oplossend vermogen te verbeteren.

In 1983 is voor het eerst gewerkt aan de verwerking van gegevens van de IRAS satelliet met GIPSY. De reductie van deze gegevens bracht een aantal inconsistenties en zwakke punten aan het licht in de software, die oorspronkelijk was ontwikkeld voor radio waarnemingen, en leidde tot verbetering van de programmatuur.

De computergroep heeft een begin gemaakt met de ontwikkeling van nieuwe, apparaat-onafhankelijke plotsoftware. In deze software zijn de beperkingen en het onlogische gedrag van de oude plotprogramma's verwijderd; dit zal het systeem vriendelijker maken voor gebruikers en programmeurs.

Voor de CYBER is de vernieuwing van de opzet van de programmabibliotheek voltooid, inclusief de conversie naar Fortran 77. Er is software ontwikkeld om Westerbork kaarten in het oude MAKEMAP formaat om te zetten naar het moderne FITS formaat, dat nu als standaard gekozen is.

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 1983 werden twee radioastronomische proefschriften afgerond: "The Nature of OH/IR stars" van J. Herman en "Galaxies in low density regions of the Universe" van N. Brosch (Laboratorium Astrofysica).

Behalve met de Westerbork Synthese Radiotelescoop en de Dwingeloo telescoop is er veelvuldig waargenomen met de Very Large Array in New Mexico, U.S.A. Bovendien wordt er in toenemende mate gebruik gemaakt van Very Long Baseline Interferometry, met Europese èn transatlantische basislijnen.

Benadrukt dient te worden dat de radiowaarnemingen vaak niet meer op zichzelf staan. Multispectraal onderzoek neemt een grote plaats in. Complementaire waarnemingen worden voornamelijk in de frequentiegebieden IR, optisch, UV en röntgen gedaan. Dit heeft tot gevolg dat het niet-radioastronomische maar wel daaraan gerelateerde onderzoek, ook hieronder besproken wordt.

Evenals in de voorgaande jaren werd er weer aan vele radioastronomische onderzoeksprojecten gewerkt. Het betreft hier onder meer het radio onderzoek van sterren, supernovaresten en interstellaire materie in ons eigen melkwegstelsel, alsmede de grotere schaalstructuur daarvan, het gedetailleerde structuuronderzoek van (uitgebreide) radiobronnen in nabije en verafgelegen stelsels met al dan niet sterke activiteit, de studie van clusters en groepen van melkwegstelsels, superclusters en gecombineerde radio-, optische- en röntgensurveys.

3.4.2. Galactisch onderzoek.

Burton en Te Lintel Hekkert hebben een survey naar galactisch HI in de buurt van de galactische equator afgerond met behulp van de NRAO 140-ft radiotelescoop. De waarnemingen omvatten het gedeelte aan de hemel ten noorden van $\delta=-40°$ en hebben een breedtebereik van $b=-20°$ tot tenminste $b=+20°$. De gegevens betekenen een verbetering ten opzichte van reeds bestaande grootschalige HI surveys, te weten in snelheidsbereik ($\pm$ 250 km/s), snelheidsresolutie (1 km/s), gevoeligheid ($3\sigma=0{,}2$ K) en de grootte van het waargenomen gedeelte van de hemel, maar niet in dichtheid ($\Delta\ell x\Delta b=1°x1°$). Aan de hand van deze gegevens is een verscheidenheid aan onderzoek mogelijk betreffende galactische structuur en het interstellaire medium. Momenteel wordt vooral aandacht geschonken aan (i) de parameters die de galactische "warp en flare" specificeren (Burton), (ii) de geïntegreerde HI eigenschappen, in het bijzonder die welke optisch diepte karakteristieken vertonen

(Burton en Liszt, NRAO), (iii) de identificatie van het fenomeen betreffende HI supershells zoals voorgesteld door Heiles. Dit derde onderdeel wordt onderzocht door Verschoor, waarbij hij tevens gebruik maakt van nieuwe waarnemingen gedaan met de Dwingeloo 25-m telescoop. Identificatie van de lage breedte supershells in de 140-ft survey blijkt moeilijk te zijn.

In samenwerking met Burton is Kwee een onderzoek begonnen naar de kinematische en dynamische eigenschappen van de neutrale waterstof in het melkwegstelsel (zie Fig. 3.4.1.). De lijnprofielen die aan dit onderzoek ten grondslag liggen zijn in de jaren 1981 en 1982 door Burton, Te Lintel Hekkert en anderen met de 140-ft radiotelescoop te Green Bank (Virginia, USA) verzameld. Aan dit materiaal werden de recente metingen van Kerr, Bowers en Henderson (A&A Suppl. 44, 63, 1981) toegevoegd, die verkregen waren met de 64-m radiotelescoop in Parkes (NSW, Australië). Van de door Te Lintel Hekkert voor zijn eigen onderzoek vervaardigde tapes, die gecorrigeerde en op verschillende manieren gerangschikte meetresultaten bevatten, werd dankbaar gebruik gemaakt. Geëxperimenteerd werd met verschillende soorten kinematische modellen. De belangrijkste twee zijn: a) modellen gebaseerd op elliptische Keplerbanen met het melkwegcentrum in een brandpunt (lobsided galaxy), en b) modellen gebaseerd op eenvoudige cirkelbanen, echter in uitgestrektheid begrensd door galactocentrische ellipsen (warp). Voor beide soorten modellen zijn de theoretische extreme radiële snelheden langs de gezichtslijn als functie van de galactische lengte berekend voor verschillende waarden van de excentriciteit, de halve grote as en de oriëntatiehoek van de lange as van de betreffende ellips. Beide theoretische modelberekeningen zijn met de waargenomen extreme snelheden vergeleken waarbij op het eerste gezicht in beide gevallen systematische afwijkingen werden geconstateerd. Het onderzoek naar deze afwijkingen is nog in volle gang. Een ander aspect van het onderzoek betreft de waargenomen, over de snelheid geïntegreerde helderheidstemperatuur langs de gezichtslijn. Dit gegeven moet een aanwijzing kunnen geven over de vorm en afmeting van de schijf van neutrale waterstof in het melkwegstelsel. Ook dit gedeelte van het onderzoek is in volle gang.

Burton, Liszt (NRAO) en Xiang (Purple Mt. Obs., China) hebben de ^{13}CO-emissie langs het galactische vlak in kaart gebracht en gebruikten deze gegevens om drie onderwerpen te bediscussiëren; (i) de $^{12}CO/^{13}CO$ verhouding in emissiviteit verandert met meer dan een factor twee over de galactische schijf, wat wijst op een lager gemiddelde H_2-dichtheid van wolken op grotere afstanden tot het galactische centrum, (ii) de analyse van thermische snelheden van ^{13}CO en HI profielen laten zien dat er geen netto stroming van moleculaire wolken is t.o.v. het meer diffuse HI gas en dat de wolk-wolk random snelheid dispersie ongeveer 4,2 km/s is. (iii) Modelberekening van het effect van koude HI in moleculaire wolken laat zien dat dit absorberende gas slechts een kleine (~5%) invloed heeft op de totale ontvangen HI flux.

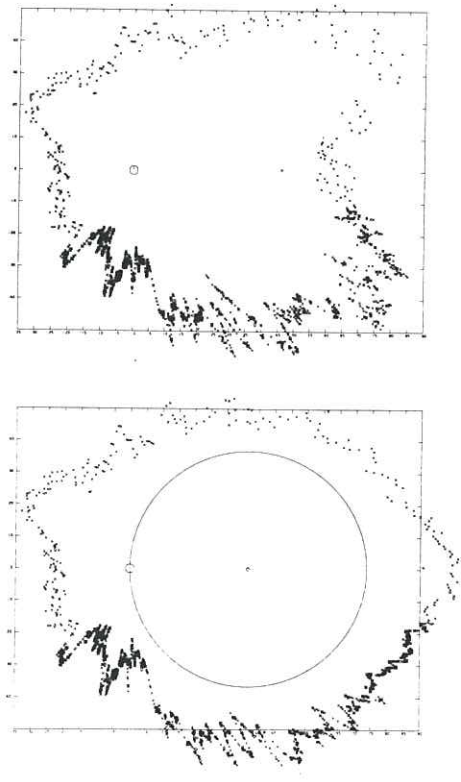


Fig. 3.4.1.

Voorbeeld van een experiment met de totale straling langs de gezichtslijn. De bovenste figuur is de waargenomen verdeling van de totale straling in verschillende richtingen van het vlak b=0. Indien de ruimte homogeen met optisch dunne neutrale waterstof is gevuld, geven de kruisjes de begrenzing aan van de uitgestrektheid van de waterstofschijf. De positie van de zon is aangegeven door de regelmatige achthoek. De onderste figuur ontstaat na een correctie voor absorpties en "lege ruimten" in het binnendeel (door een cirkel aangegeven) van het melkwegstelsel. Het ruitvormige symbool geeft de positie van het melkwegcentrum aan.

Illustration of an experiment with the total line-radiation in the line of sight. The upper figure gives the observed distribution of the total line radiation in different directions in the galactic plane. If the neutral hydrogen is combined in a homogeneous and optically thin layer, the limits of the dish are given by the crosses. The position of the sun is indicated by the octagon. The lower figure is the result after applying a correction for absorption and empty parts in the inner part (illustrated by the circle) of the galactic system. The rhamb indicates the position of the galactic centre.

Burton en Liszt rondden een survey af naar ^{12}CO in de galactische kern op een twee-dimensionaal grid. De waarnemingen laten een intens emissieverschijnsel zien dat voornamelijk in het quadrant $\ell,b>0°,0°$ ligt en sterk is gekanteld t.o.v. de galactische equator. Dit gekantelde verschijnsel bezit een snelheidgradient in de orde van 100 km/s over een hoekmaat van ongeveer een graad, continuïteit in intensiteit over een lengteschaal $\geq$ 100 pc en een hoge schijnbare snelheidsdispersie $\geq$20 km/s. Dit verschijnsel wordt nog nader onderzocht.

In september 1983 legde Herman de resultaten van het Dwingeloo monitorprogramma, van de VLA en IR waarnemingen aan OH/IR sterren in zijn proefschrift "The Nature of OH/IR stars" vast. Aan de publicatie van deze resultaten in de vorm van artikelen wordt nu gewerkt. De waarnemingen met de Dwingeloo radiotelescoop werden, met wat lagere intensiteit, voortgezet. Direct na zijn promotie nam Herman een twintigtal nieuwe OH/IR sterren waar met de VLA, resulterend in ongeveer 1200 kanaalkaarten. Met de reductie hiervan dient nu een begin te worden gemaakt. Een waarneemrun met UKIRT in de zomer van dit jaar was niet succesvol vanwege de slechte weersomstandigheden. Samen met Israel werd in Dwingeloo een pilot programma gestart waarin wordt gezocht naar (jonge) masers in extragalactische stelsels, voorlopig beperkt tot M33.

Braes en Miley onderzochten aan de hand van 21 en 50 cm waarnemingen uitgebreide emissie in de buurt van Cygnus X-1. Ze vonden o.a. dat de straling van de S101 nevel een thermische component bevat die waarschijnlijk geassociëerd is met deze röntgenbron.

Braun heeft zijn onderzoek aan supernovaresten voortgezet samen met Van der Laan en Strom. Problemen met de calibratie van de 608 MHz waarnemingen van de vijf uitgebreide SNR in het oorspronkelijke programma veroorzaakten grote vertraging in het maken van redelijke plaatjes. Definitieve beelden van DA530, IC443 en VRO 42.05.01 zijn nu beschikbaar. Deze zullen worden geanalyseerd o.a. met behulp van complementaire waarnemingen. Voor DA530 is dit een 4x12h WSRT 21 cm continuum waarnemingen welke dit jaar is waargenomen. Voor IC443 bleek de HI lijnwaarneming (WSRT 4x12h) zeer interessant. Vele van de optische lijn- en radio-continuum filaments bleken ook neutrale waterstofeigenschappen te hebben. De belangrijke lijnkanalen van deze waarneming zijn nu volledig gereduceerd. Een maximum-entropy image processing package (voorbereid door Braun en nu voor algemeen gebruik beschikbaar) is gebruikt om grating- en sidelobe effecten te elimineren terwijl de flux en de vaste resolutie behouden blijven. Een nauwkeurige vergelijking van 50 en 21 cm continuum, HI lijn en optische data is begonnen, waarbij gebruik gemaakt wordt van de op de ASTROSCAN gedigitiseerde PSS E plaat.

Het succes van de IC433 HI waarneming stimuleerde gelijksoortige waarnemingen van CTB109 en VRO 42.05.01 (beide 4x12h WSRT). Voorlopige reductie van deze velden is voltooid. In beide gevallen

werden HI filaments waargenomen welke geassocieerd zijn met radio continuum en optische lijn verschijnselen.

De PSS E platen van deze velden zijn ook gedigitiseerd met de ASTROSCAN om gedetailleerde vergelijkingen mogelijk te maken. Een gelijksoortig project is gestart in samenwerking met Goss (Groningen), Higgs en Landecker (Penticton, Canada). Een 4x12h WSRT HI waarneming is uitgevoerd om eerder ontdekte wolken, welke schijnbaar geassocieerd zijn met SNR G 78.2+2.1 te onderzoeken. Voorlopige reductie van de gegevens, welke een grote rijkdom aan fijnschalige structuren openbaarde en tevens een duidelijk bewijs voor SNR/HI associatie opleverde, is voltooid.

De detectie van HI in al deze SNR van gemiddelde leeftijd heeft belangrijke consequenties voor de theorieën van het ISM en SNR evolutie. Het is duidelijk dat de uitgebreide hoeveelheid gegevens welke nu aanwezig is, belangrijke randvoorwaarden leveren voor deze theorieën.

3.4.3. Extragalactisch onderzoek.

Radiowaarnemingen aan het stelsel M31.

I. De radiocontinuum emissie.

De problemen op 610 MHz (50 cm) met de korte basislijn, waarvan in het jaarverslag over 1982 melding is gemaakt, bleken van dien aard dat besloten werd om de beschikbare metingen uit Bonn met de 100-m telescoop niet met de Westerbork metingen te combineren. In plaats daarvan is het nulniveau in de kaarten zo goed mogelijk bepaald op basis van de Westerbork gegevens zelf met behulp van het CLEAN pakket. De vermoedelijke reden voor de problemen met de korte basislijnen ligt in het feit dat de emissie van M31 op 610 MHz niet meer te scheiden is van de voorgrond van de Melkweg. De waarnemingen, de reductie en de definitieve kaarten (zie Fig. 3.4.2.) zijn beschreven in een artikel dat intussen is geaccepteerd voor publicatie. Ook wordt in dit artikel de 36W catalogus van achtergrond radiobronnen in het waargenomen gebied rond M31 gepresenteerd. Behalve Brinks, Walterbos en Schwering waren bij dit project betrokken Bystedt (Stockholm), De Bruyn (SRZM), Israel (ESTEC) en Shane (Nijmegen). De resultaten zullen verder geïnterpreteerd worden in combinatie met de metingen op 1412 MHz (21 cm).

Deze 1412 MHz waarnemingen werden door Walterbos verder klaargemaakt voor publicatie. Naar aanleiding van de 610 MHz resultaten werden nog enige tests gedaan om de nauwkeurigheid van het invoegen van de korte basislijnen te verhogen. Dat resulteerde in een kleine correctie op het nulniveau van de invoer single dish gegevens. De resultaten zijn zeer bevredigend. Ook werd een volledige lijst van radiobronnen boven 5σ in het veld rond M31 opgesteld, de 37W catalogus, waarbij veel aandacht werd besteed aan het combineren van bronparameters voor bronnen die in meer dan één

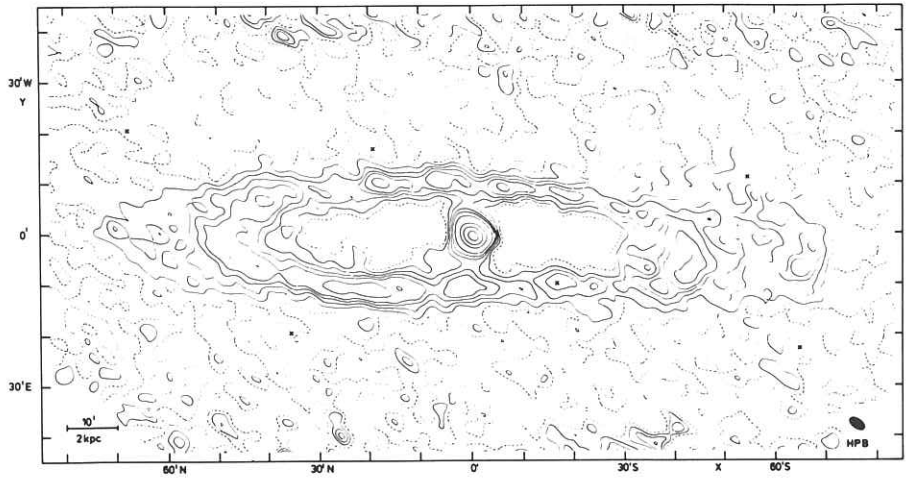


Fig. 3.4.2.

Contour-kaart van de radiocontinuum emissie van M31 op een frequentie van 610 MHz (50 cm), versmeerd tot een resolutie van 2'x3'. De contourniveaus zijn gekozen op 0,0 (onderbroken), 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 6,5, 10,0 en 15,0 K. Een fluxdichtheid van 1 mJy per bundel komt overeen met een helderheidstemperatuur van 0,15 K. Alle bronnen die niet behoren tot M31 zijn verwijderd. De 610 MHz emissie vindt zijn oorsprong voornamelijk in twee aparte gebieden, nl. de kern en de emissiering met een straal van ongeveer 10 kpc. Deze ring valt samen met de ring van OB associaties en HII gebieden.

Contour map of the 610 MHz (50 cm) radio continuum emission of M31, smoothed to a resolution of 2'x3'. The contour levels are at 0.0 (dashed), 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 6.5, 10.0 and 15.0 K. A flux density of 1 mJy per beam corresponds to a brightness temperature of 0.15 K. All sources unrelated to M31 have been subtracted. The 610 MHz emission arises mainly in two distinct regions, the nucleus and a ring at a radius of approximately 10 kpc. This ring coincides with the ring of OB associations and HII regions.

veld staan en het bepalen van de fouten in de bronparameters. Voor de bestudering van de uitgebreide emissie van M31 op verschillende resoluties is het nodig deze bronnen af te trekken. Dat gebeurde op ieder van de vijf velden afzonderlijk waarna de velden weer werden gecombineerd tot één kaart. Aan het eind van het jaar was de eerste versie van het artikel, dat de waarnemingen en de reductie beschrijft, gereed.

Burger werkte in het kader van zijn klein onderzoek (onder leiding van Walterbos) aan de identificatie van de 21 cm radiobronnen in M31. Het doel van dit onderzoek is tweeledig. Allereerst wordt m.b.v. optische- en radiogegevens gezocht naar supernovaresten (SNRs) in M31. In de tweede plaats wordt gezocht naar coïncidenties tussen radiobronnen en optisch geïdentificeerde HII gebieden. Het identificeren van de bronnen gebeurt d.m.v. "blinken" op de COMTAL van de radiokaarten en van m.b.v. de Astroscan gedigitiseerde fotografische platen. Het betreft opnamen in Hα+[NII] (λ6560) en [SII](λ6725) met de Palomar Schmidt beschikbaar gesteld door De Bruyn. De derde plaat is de blauwe plaat uit de Palomar Sky Survey. Het stelsel is onderverdeeld in 25 velden van 512x512 pixels met een pixelafstand van 30 micron (≈2" ofwel ~7 pc op 690 kpc afstand). De 21 cm radiowaarnemingen zijn op dezelfde schaal en oriëntatie gebracht als de optische gegevens en onderverdeeld in dezelfde 25 velden, waardoor het mogelijk wordt per veld de Hα, [SII], blauwe en radio emissie tegen elkaar te blinken op de COMTAL. SNR kandidaten worden gevonden door te zoeken naar nevelachtige objecten met een lijnintensiteitsverhouding I(Hα+[NII])/I[SII]<2 (voor HII gebieden is deze verhouding veel groter). De blauwe plaat wordt gebruikt om sterren te onderscheiden. Er wordt ook gekeken of de SNR kandidaat een radiobron is. Tot nu toe zijn naast 12 bekende SNRs, 36 nieuwe kandidaten gevonden, waarvan 20 met radio emissie. Verder zijn er nog een kleine 250 objecten die in mindere mate aan de criteria voldoen. Daarnaast wordt een lijst gemaakt van alle coïncidenties tussen radiopieken (tot 2 à 3σ) en Hα emissie (de HII gebieden).

II. De HI survey van M31.

Van groot belang was het gereedkomen van het artikel geschreven door Brinks en Shane (Nijmegen) dat de waarnemingen, de calibratie en de reductie van de 21 cm lijnwaarnemingen aan Messier 31 beschrijft. Door middel van enkele tientallen pagina's met figuren wordt in dit artikel de complete HI dataset gepresenteerd en worden enkele opvallende details in deze dataset kort besproken. Dit artikel is intussen ter publicatie aangeboden en geaccepteerd.

Met Bajaja (Argentinië) is gedurende de laatste maand dat hij nog in Leiden verbleef zoveel mogelijk gewerkt aan de gas-stof verhouding in M31 en aan de fijnstructuur in de HI verdeling. Na zijn vertrek is door Brinks en Versteege-Hensel de studie aan de fijnstructuur voortgezet en is de lijst met ongeveer 300 kandidaat objecten (gaten, schillen en filamenten) voor de tweede keer

geInspecteerd. Door het zo zorgvuldig mogelijk vaststellen van objectieve selectie criteria is een uiteindelijke lijst van ~140 objecten ontstaan waarmee is verder gewerkt. Van deze 140 objecten zijn onder andere de positie, de afmeting, het snelheidsbereik waarover het object zichtbaar is, de kwaliteit en het contrast tussen het object en zijn directe omgeving bepaald. Verder is voor ieder object de correlatie nagegaan met voornamelijk HII gebieden en OB associaties. De analyse is in volle gang, waarbij vooral de vergelijking met de structuur van het interstellaire medium van ons Melkwegstelsel centraal staat.

Brinks en Burton zijn erin geslaagd om een kinematisch model te maken dat in staat is om de grootschalige structuur in de metingen te beschrijven. Met behulp van dit model is de oriëntatie van de HI schijf op grote afstand van het centrum bepaald. Het blijkt dat de complexe snelheidsprofielen (zie bijv. Jaarverslag 1981) goed verklaard kunnen worden door een model waarbij de HI schijf aan de nabije kant van het stelsel omkrult in de richting van de waarnemer en aan de andere zijde van het stelsel van de waarnemer afbuigt. Dit omkrullen, de warp, is dus zodanig dat het stelsel voor wat betreft het gas op grotere afstand van het centrum meer "edge-on" wordt gezien. Een belangrijke conclusie, die is gebaseerd op het model, is dat in de warp het gas zich niet in een relatief dunne schijf bevindt, maar dat de schaalhoogte van het gas in de warp sterk toeneemt. Enige getallen die volgen uit de modelaanpassing zijn onder andere de afmeting van de normale schijf van M31 (16 kpc) en de afmeting van de warp (14 kpc). De schaalhoogte van het gas neemt toe van ongeveer 120 pc op een afstand van 10 kpc van het centrum tot 1,7 kpc aan de rand van de warp. In het model wordt het HI gas beschreven met de volgende globale parameters: de temperatuur T (125 K), de snelheidsdispersie σ (8 km/s) en de dichtheid in het vlak N_H (0,6 cm^{-3}). Deze globale parameters hebben in de modellen voor M31 nagenoeg dezelfde waarden als de overeenkomstige parameters in modellen voor de melkweg. In het hele model is cylindrische rotatie aangenomen. De rotatiekromme op grote afstand is vlak. Figuur 3.4.3. toont het verloop van de afwijking van de warp ten opzichte van de (geëxtrapoleerde) schijf.

Figuur 3.4.4. is een zij-aanzicht van het model en toont schematisch het verloop van schaalhoogte als functie van straal en hoek die de warp maakt met de schijf. In figuur 3.4.5. worden ter vergelijking de metingen en de bijbehorende modelberekeningen getoond voor een willekeurige doorsnede evenwijdig aan de grote as van het stelsel, een zogenaamd positie-snelheids diagram. Een artikel dat de metingen en de modelberekeningen beschrijft is in een vergevorderd stadium. In dit artikel worden ook kaarten gepresenteerd om de waargenomen HI verdeling en het snelheidsveld voor de warp en de schijf afzonderlijk, dat wil zeggen nadat de HI behorende bij de warp en de schijf zijn gescheiden.

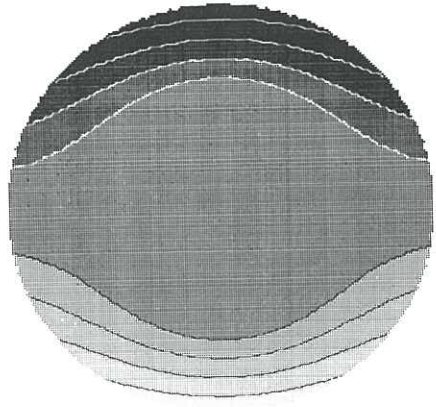


Fig. 3.4.3.

Bovenaanzicht van het model voor M31 met aangegeven de afwijking van de warp ten opzichte van de vlakke schijf. De grijsniveau's liggen op -4(1)4 kpc; de donkere zijde is de nabijgelegen kant. De diameter van de figuur is 60 kpc.

Map showing the deviation of the warp in M31 from the mean plane in a face-on view of the model. The gray scale levels are -4(1)4 kpc, dark gray corresponding to the near side. The diameter of the picture is 60 kpc.

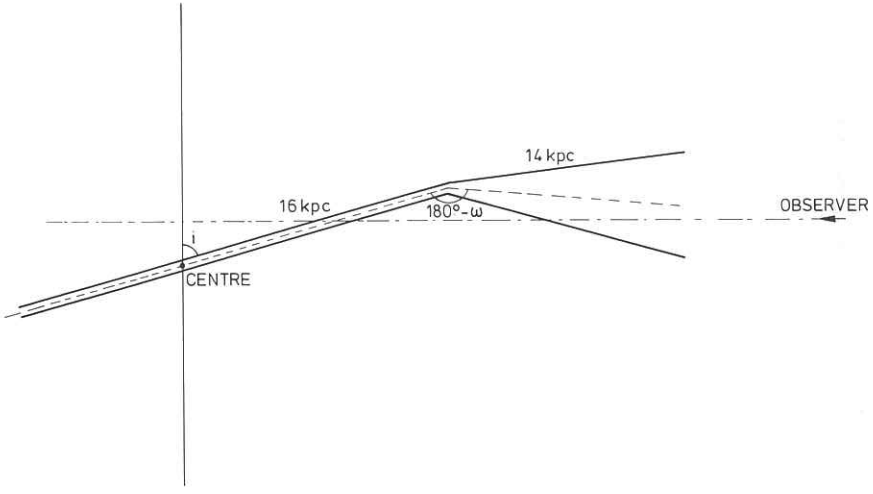


Fig. 3.4.4.
Tekening op schaal van het model en de geometrie. De tekening is een doorsnede en toont het model in het vlak van de waarnemer, loodrecht op de grote as van M31.

Schematic drawing on scale of the geometry of the model described in the text. The drawing shows the model in the plane which contains the observer and is perpendicular to the major axis of M31.

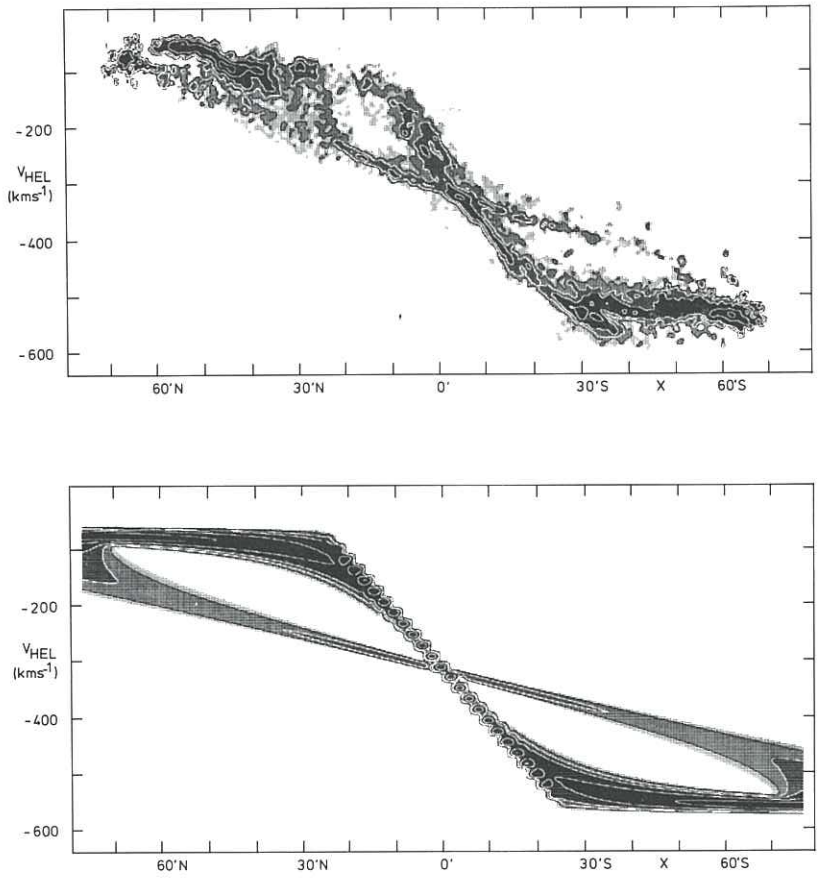


Fig. 3.4.5

a) Positie-snelheidskaart evenwijdig aan de grote as van M31 en op een afstand van 4!8 ten westen hiervan. De contourniveaus liggen op 2,5, 5, 10 en 25 K. **b)** Model positie-snelheids kaart met dezelfde specificaties als a). Let op de zeer goede overeenkomst tussen het model en de waarnemingen, niet alleen in positie en snelheid (de twee snelheidsstructuren) maar ook in intensiteit.

a) Position-velocity map made along a line 4!8 West and parallel to the major axis of M31. The contour levels are at 2.5, 5, 10 and 25 K. **b)** Model position-velocity map. Same specifications as above. Note the excellent correspondence between the observations and the model, not only in position and velocity (the two main velocity components) but also in intensity.

Tenslotte is student Bastiaanssen voor zijn klein onderzoek begonnen met het in detail vergelijken van de CO emissie, zoals die is gemeten door Stark (Bell Labs., USA) met de HI emissie.

Lijnwaarnemingen van andere melkwegstelsels.

Bosma, Athanassoula (Besançon) en Bienaymé zetten hun studie van de potentiaalverdelingen in balkspiralen voort. Op het theoretische front werden de eerste berekeningen gedaan van potentiaalverdelingen bepaald uit de waargenomen lichtverdeling onder de aanname van een constante massalichtkracht (M/L) verhouding. Deze lieten zien dat zo'n aanname niet geheel realistisch is: de m=2 Fourier component is te sterk in de buitengebieden van sommige stelsels vanwege de aanwezigheid van een jonge sterpopulatie in de armen. Toch werd het vermoeden gesterkt dat de werkelijke potentiaalverdeling in balkspiralen wezenlijk verschilt van hetgeen tot nu toe is aangenomen in modellen.

Op het waarneemfront werd de reductie en analyse van de fotometrische gegevens voortgezet. Hooimeyer en Bosma maakten een grondige analyse van de bepaling van de hemelachtergrond aan de hand van scans van Curtis-Schmidt platen van de melkwegstelsels in de Dorado groep (NGC 1533, 1543, 1546,1549, 1553, 1566 en 1617). Bosma voltooide het digitiseren van een groot aantal platen van interessante balkspiralen m.b.v. de ASTROSCAN, en maakte een begin met de analyse ervan. Ook werden nieuwe kinematische gegevens verkregen voor NGC 210 (m.b.v. de VLA) en NGC 5385 (m.b.v. Westerbork). Voorts werd in samenwerking met Athanassoula en Vigroux (Saclay) een aantal CCD-frames in verscheidene kleurenbanden opgenomen met de 1,93 m telescoop op de Haute Provence sterrewacht.

Bosma en Athanassoula verkregen 21 cm lijngegevens van een aantal SA stelsels met een buiten ring. Een voorlopige analyse leerde dat NGC 7217 en 4100 een zeer milde ovale verstoring hebben, terwijl NGC 3344, 3642 en 6015 alle sterk gewarpt zijn. Het is nog niet duidelijk hoe in de laatste gevallen de buiten ring kan zijn ontstaan.

Bosma en Greidanus hebben in het kader van een onderzoek naar de kinematica van nabije stelsels HI waarnemingen gereduceerd van NGC 3486 en NGC 2217, respectievelijk een SABc en een SBa stelsel. Van de beide stelsels konden zij totale HI verdeling, snelheidsveld, kanaalkaarten en rotatiekromme bepalen. Ter illustratie van de resultaten zijn in figuur 3.4.6. de kanaalkaarten van NGC 3486 te zien. De vorm van de kanaalkaarten verraadt een "warp", d.w.z. dat het vlak van het stelsel gekromd is. Greidanus heeft verder gedurende een zomerassistentschap bij de VLA in de Verenigde Staten gewerkt aan HI waarnemingen aan het SBO stelsel NGC1291, samen met Dr. A.H. Rots. Zij hebben daar ook onderzoek gedaan op het gebied van missing-spacing problemen welke verband houden met interferometer waarnemingen.

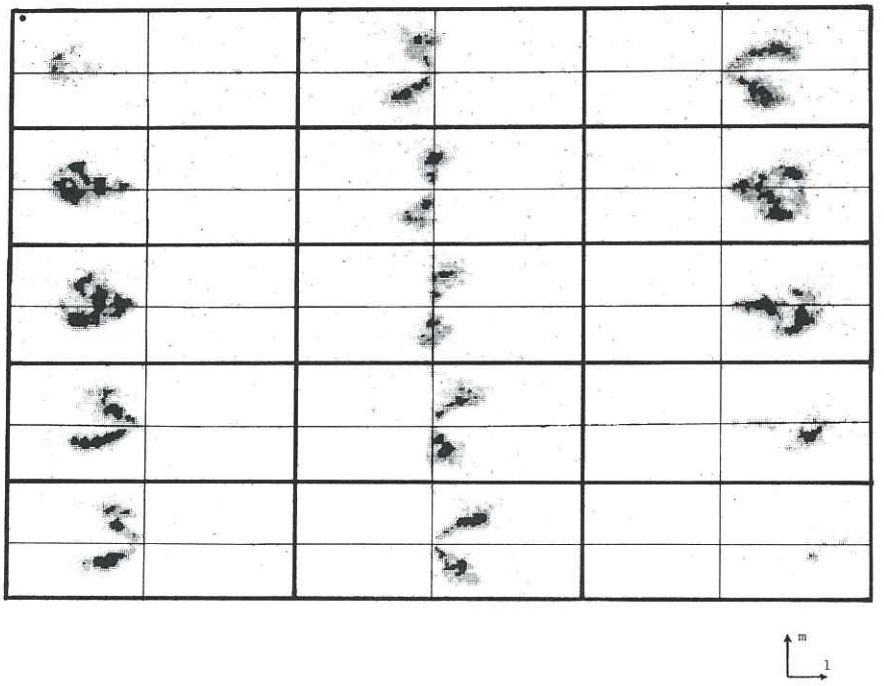


Fig. 3.4.6.

Kanaalkaarten van de HI emissie van het spiraalstelsel NGC 3486. Afmeting (ℓxm): 10'.2x8'.4; bundel FWHM 0'.22x0'.45 (stip linksboven). Op de eerste kaart is waterstofgas te zien met een radiële snelheid van 570 km/s, op de laatste 800 km/s, met steeds een scheiding van 16,5 km/s. Grijsniveaus in stappen van 1,75 mJy/beam.

Channel maps of the HI emission of the spiral galaxy NGC 3486. Sizes (ℓxm): 10'.2x8'.4; beam FWHM 0'.22x0'.45 (dot in the upper left corner). In the first map hydrogen is visible with a radial velocity of 570 km/s, in the last map with a velocity of 800 km/s. The increment is 16.5 km/s. The gray level increment is 1.75 mJy/beam.

Athanassoula, Bosma, Papaioannou (Besançon) en Van Waardenberg bestudeerden het probleem van de rotatiekrommen van spiraalstelsels. Theoretische rotatiekrommen werden berekend uit de waargenomen radiële lichtverdeling (aanname M/L constant) en vergeleken met de waarnemingen. De eis dat de rotatiekromme van een eventuele donkere halocomponent realistisch moet zijn levert dan een waarde op voor de M/L verhouding van de lichtgevende materie. Het blijkt vrij lastig te zijn om een homogene verzameling gegevens te vormen aan de hand van bestaande waarnemingen. In een groot aantal gevallen moet er een donkere halo aanwezig zijn in de stelsels, maar er is nog geen duidelijke systematiek aan te wijzen in de halo eigenschappen, bijv. als functie van Hubble type of integrale (B-V) kleur.

Van der Hulst (SRZM), Bosma en Athanassoula bestudeerden specifieke voorbeelden van spiraalstelsels met lichtzwakke schijven. Rotatiekrommen werden bepaald voor NGC 5963 en, in voorlopige vorm, voor UGC 4841, 4922, en 6983, en NGC 3657 op basis van 21 cm lijnmetingen. In alle gevallen is de rotatie normaal en moet dus de verhouding donkere materie/lichtgevende materie groter zijn dan in het geval van stelsels met normale schijven.

Kormendy (Victoria) en Bosma analyseerden 21 cm lijnmetingen van de onregelmatige dwergstelsels DDO 126 en DDO 127. In het laatste geval werden sterke aanwijzingen gevonden voor een afplatting van de rotatiekromme, waaruit eventueel een onderlimiet voor de massa van neutrino's kan worden afgeschat.

Bosma en Sloff begonnen, in samenwerking met Habing, De Jong (Amsterdam) en Brink (Amsterdam) aan een analyse van de IRAS CPC gegevens van nabije melkwegstelsels. Uit een zeer voorlopige analyse blijkt dat de kleurtemperatuur van het stof in het algemeen groter is in de centrale gebieden van spiraalstelsels dan in de buitendelen.

Stelsels met actieve kernen.

Brosch bestudeerde in zijn proefschrift "Galaxies in low density regions of the Universe" melkwegstelsels die zeer helder zijn en een grote afstand bezitten tot soortgelijke heldere melkwegstelsels in de verwachting dat deze geïsoleerde stelsels minder tekenen van stervorming zouden vertonen dan andere. Het bleek echter dat de kernen van deze stelsels veel blauwer waren dan verwacht en analogieën toonden met Seyferts en N-galaxies. Om dit verband na te gaan werd nabije IR fotometrie gedaan op 50% van de stelsels uit de selectie. Verder werden deze stelsels met de WSRT bestudeerd op 6 cm, tesamen met een controle groep van stelsels die in kleine groepen voorkomen, resulterend in het feit dat de selectie en de controlegroep veel op elkaar leken. Sommige kernen van geïsoleerde stelsels zijn ook met de IUE satelliet waargenomen, zodat veel spectrale gegevens bekend werden. Combinatie van alle gegevens toonde aan dat geïsoleerde melkwegstelsels een

verhoogde oppervlakte dichtheid van neutrale waterstof bezitten vergeleken met een selectie van niet geïsoleerde stelsels. Verder treedt er activiteit op in de kernen van geïsoleerde stelsels.

Miley, Heckman, Van Breugel (Univ. of Arizona) en Butcher (KPNO/Groningen) rondden een optisch spectroscopische survey af van kernen van spiraalstelsels die veel radiostraling uitzenden. Zij gebruikten hun gegevens om de suggestie van Condon et al. te onderzoeken, die voorstelden dat de radio emissie uit de kernen van deze klasse melkwegstelsels wordt geproduceerd door meervoudige SNR welke gegenereerd zijn als een gevolg van "nuclear starbursts". Slechts ongeveer 1/3 van de onderzochte melkwegstelsels vertonen eigenschappen in overeenstemming met starbursts. De spectra van de overblijfsels suggereren hoge ionisatie.

Met Heckman, Illingworth (KPNO) en Van Breugel onderzocht Miley de dynamica van radiomelkwegstelsels. Dit onderzoek bevestigde niet de relaties tussen de rotatie van sterren en de radio emissie, die eerder door Simkin waren afgeleid. Er is echter een neiging voor grote radiobronnen om gericht te zijn loodrecht op de rotatieas van de emissielijn schijf.

Gedurende 1983 heeft Miley aanzienlijk veel tijd gewijd aan het werk met de IRAS satelliet. Hij verbleef vijf maanden in JPL (Pasadena, USA) waar hij een systeem ontwikkelde om gegevens in de "direct observing mode" ("Additional Observations") weer te geven en te analyseren. Dit systeem was gebaseerd op het "Leiden/WSRT image processing software package". In JPL stelde Miley voor en hielp bij het opzetten van een reductiegroep om IRAS geörienteerde waarnemingen te verwerken op een routine basis. Bij terugkeer in Leiden deed hij hetzelfde in Leiden.

Neugebauer (Caltech) en Miley werkten aan het programma om actieve melkwegstelsels waar te nemen met IRAS. Waarnemingen, tot het 50 mJy niveau, van verschillende samples van actieve stelsels (Seyferts, radiomelkwegstelsels, quasars, enz.) werden gedaan, resulterend in enige honderden objecten, waarvan ongeveer 40% werd gedetecteerd. Verder werden gegevens van meer dan 100 Seyfert stesels uit de IRAS all-sky survey gehaald die worden geanalyseerd. Twee van de eerste resultaten zijn: i) het radiomelkwegstelsel 3C390.3 bleek een piek in zijn IR emissie te hebben bij 25 micron. Indien de oorzaak thermisch is, moet de corresponderende temperatuur ~180 K zijn en de afmeting meer dan enige tientallen parsecs; ii) enig bewijs is gevonden dat quasars die weinig radiostraling uitzenden een IR-excess rond 100 micron hebben in vergelijking met de quasars die veel radio emissie hebben. Dit zou in overeenstemming zijn met de hypothese dat quasars met weinig radiostraling ingebed zijn in spiraalstelsels.

Miley en Neugebauer startten een project om een lijst samen te stellen van achtergrond bronnen in diepe velden welke in de "directed observing mode" zijn waargenomen. Het doel hiervan is om een ver-IR survey samen te stellen die een factor vijf tot tien dieper gaat dan de all-sky IRAS survey. De Grijp en Miley zijn betrokken in een programma betreffende de optische identificatie

van de verschillende samples van de IRAS bronnen, met het doel om vervolgwaarnemingen van deze bronnen te maken bij andere golflengten.

Miley en Young (Univ. of Arizona) werken aan IRAS waarnemingen van melkwegclusters, waarbij meer dan 50 Abell clusters werden waargenomen; de voorlopige resultaten duiden op een hoge detectiegraad van melkwegstelsels.

Miley zette zijn onderzoek voort aan de emissielijnen van uitgebreide radiobronnen. Dit werk werd gedaan in samenwerking met Heckman (Univ. of Maryland) en Van Breugel (Univ. of Arizona). Gedetailleerde studies werden gemaakt van de morfologische associaties in 3C293, 4C26.42, 3C277.3 (Coma A), 4C29.30, 3C171 en aparte artikelen betreffende deze bronnen zijn in voorbereiding. De laatste drie objecten zijn bijzonder interessant. In 3C277.3 is het gas dat de 60 kpc lijn emissie veroorzaakt ook betrokken bij de afbuiging en verstrooiing van de radiojets en bij de depolarisatie van de radiobron. Bewijs werd ook gevonden dat de moedermelkweg wordt omgeven door een hete klonterige halo. Een ander geval van interactie tussen de radiojet en het gas dat de lijnen uitzendt, op een schaal van tientallen kpc, is te vinden in 4C29.30 (zie Fig. 3.4.7.). Hier is de moedermelkweg morfologisch hoogst merkwaardig en bestaat mogelijk uit een elliptisch stelsel dat inwerkt op een gasrijk schijfmelkwegstelsel. Het derde geval is 3C171. Geïdentificeerd als een N-melkwegstelsel op een roodverschuiving van 0,24 is het een orde van grootte helderder dan de tot nu toe bekende optische lijn/radio continuum associaties.

Miley en Ulrich (ESO) werken aan een statistische studie van optische/radio associaties, die gebaseerd zijn op gegevens van een flux gelimiteerd sample van enige honderden radiobronnen met declinaties tussen -20° en +20°, die met de VLA zijn waargenomen.

Norman en Miley onderzochten de theoretische implicaties voor de parsec schaal emissie van actieve stelsels als gevolg van de interactie van de radiojet met de Broad Line Region (BLR). Zij stellen voor dat de lage excitatie component van de BLR (bijv. FeII) nauw verbonden is met radiojets. Miley vervolgde zijn onderzoek aan de Narrow Line (NLR) profielen in actieve stelsels. Samen met Heckman en Green (Univ. of Arizona) verzamelde hij [OIII] profiel informatie van 75 actieve stelsels. De gegevens bevestigen dat voor Seyferts radiale stroming de kinematica van de NLR overheerst. De profielen van actieve stelsels, geassocieërd met sterke uitgebreide radiobronnen, bleken systematisch anders te zijn. Een correlatie werd ook gevonden tussen de breedte van de [OIII] lijnen en de brede Hα lijnen, die het bestaan suggereert van een belangrijke kinematische schakel tussen de BLR en de NLR in actieve stelsels.

Met Miley, Van der Laan en Strom heeft Jägers zijn onderzoek naar zeer uitgebreide sterke extragalactische radiobronnen voortgezet. Het onderzoek omvat 30 bronnen, die alle groter zijn dan 200 boogsec. Vrijwel alle radiobron morfologieën zijn vertegenwoordigd. De 30 bronnen zijn met de 3 km Westerbork telescoop

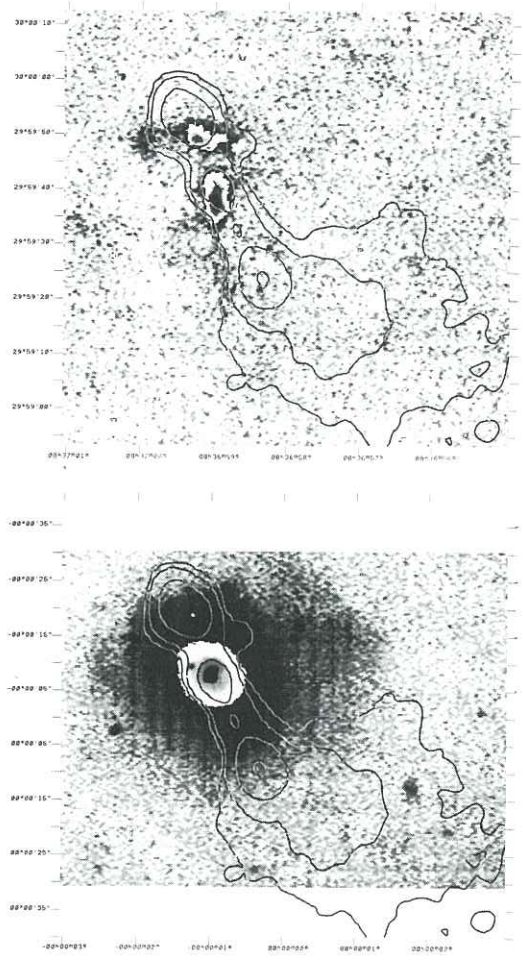


Fig. 3.4.7.

Boven: Een contourkaart van de radiobron 4C29.30 waargenomen met de VLA op 6 cm, gesuperponeerd op een grijsschaalplot van de Hα emissie. **Onder**: Een contourkaart van de radiobron 4C29.30 waargenomen met de VLA op 6 cm, gesuperponeerd op een grijsschaal-plot van de rode continuum emissie van het geassociëerde stelsel.

Upper: A contour map of the radio source 4C29.30, observed with the VLA at 6 cm, superimposed on a gray-scale representation of the Hα emission. **Lower**: A contour map of the radio source 4C29.30 observed with the VLA at 6 cm superimposed on a gray-scale representation of the red continuum picture of the associated galaxy.

waargenomen op 0,6 GHz. Van 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. Met de interpretatie van deze gegevens, met name die van de lineaire polarisatie, is een begin gemaakt. Opvallend is dat bijna elke bron, tenminste plaatselijk, nog (lineair) gepolariseerd is op 0,6 GHz.

Samen met Leahy en Pooley (Cavendish Laboratory, Cambridge) heeft Jägers het onderzoek naar 3C66B voortgezet. Hierbij worden 5 km Cambridge waarnemingen, 3 km WSRT waarnemingen en waarnemingen met de VLA in verschillende configuraties, op zo'n vijf verschillende frequenties, vergeleken. Ook bij 3C66B is er op 0,6 GHz nog een duidelijk polarisatiestructuur te onderscheiden. De interpretatie van deze grote hoeveelheid gegevens is voortgezet.

De 3 km 0,6 GHz WSRT waarnemingen van de zogenaamde "narrow edge-darkened double source" 3C130 laten behalve 3C130 zelf, nog twee uitgebreide radiobronnen in het veld zien (zie Fig. 3.4.8.). Interessant is dat beide bronnen èn ongeveer dezelfde structuur vertonen èn dezelfde positiehoek aan de hemel hebben als 3C130. Jägers suggereert dat deze drie bronnen lid zijn van dezelfde grote cluster. De diameter van de cluster is dan tenminste 6 Mpc. De meest duidelijke bron is nu ook op 1,4 GHz met de 3 km WSRT in kaart gebracht. Verdere waarnemingen (optisch, roodverschuivingen en VLA) zijn in voorbereiding. Naar aanleiding van deze evenwijdigheid hebben Oort jr., Jägers en Te Lintel Hekkert een onderzoek gestart naar de verdeling van de positiehoeken van de radiobronnen aan de hemel.

Jägers en De Grijp hebben een onderzoek naar de dynamica van de radiobronnen 3C129 en 3C130 afgesloten. In dit onderzoek is met behulp van modellen onderzocht in hoeverre de structuur van deze bronnen verklaard kan worden met precessie en/of baanbeweging van de centrale machine. Bij de dubbele radiobron 3C130 (Fig. 3.4.9.) bleek een baanbeweging een goede verklaring voor de vorm en breedte van de jets te geven over de gehele lengte van het stelsel. De vorm van het kop-staart stelsel 3C129 kan verklaard worden door een baanbeweging van het moederstelsel om een cD-stelsel. De interne structuur kan gemodelleerd worden met een versnelde precessiebeweging van de centrale machine. Deze precessie versnelling is reeds eerder op theoretische gronden voorspeld, maar nog nooit eerder aangetoond. De modelberekeningen geven bovendien een goede verklaring voor de bijzondere (steil spectrum) structuur aan de noord-oost kant van de kop van 3C129 zoals die al eerder door Jägers en De Grijp in kaart is gebracht. Oudere waarnemingen bevestigen deze "nieuwe" op 0,6 GHz gedetecteerde structuur.

Barthel, Schilizzi, Miley, Jägers en Strom voltooiden hun onderzoek naar de grote- en kleine-schaal structuur van 3C236, het grootst bekende object in het heelal. De resultaten staan afgebeeld in figuur 3.4.10. Opmerkelijk in de grote-schaal structuur zijn: het ontbreken van detecteerbare radio emissie tussen de kern

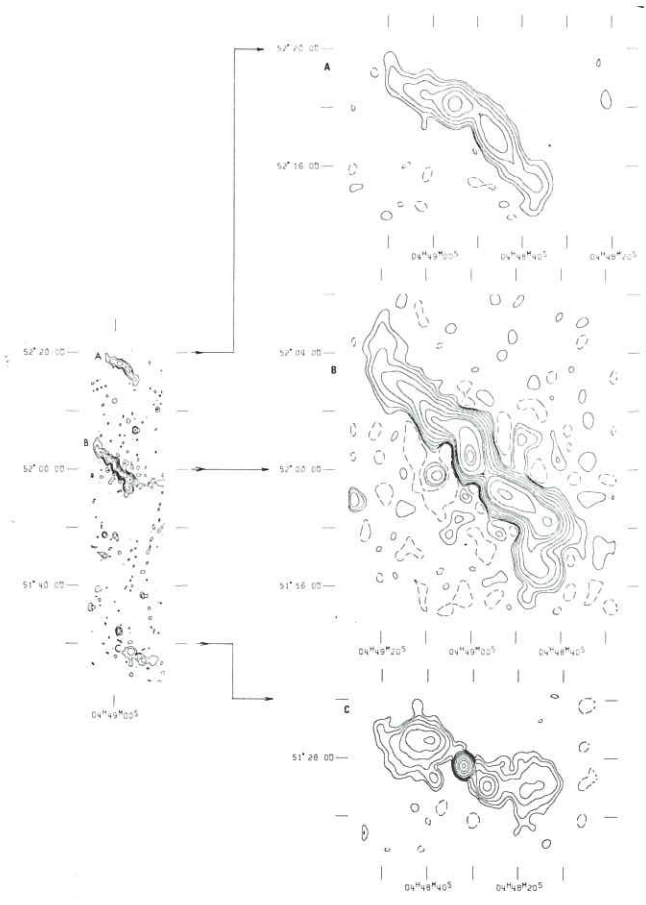


Fig. 3.4.8.

De linker figuur geeft een beeld van de omgeving van de radiobron 3C130 op 0,6 GHz. De rechter figuren tonen de totale intensiteitsverdeling van de drie afzonderlijke bronnen in meer detail. De uitvergroting van de meest zuidelijke bron, bron C, geeft de nieuwe 1,4 GHz waarneming. De gestreepte contouren representeren "negatieve" helderheden. De kruisjes geven de optische posities aan van de moederstelsels van de individuele radiobronnen. De ellips geeft de grootte van de bundel weer.

The left figure shows a view of the surroundings of 3C130. The three figures on the right show the total intensity distribution of the three distinct sources in detail. The map of the southern source, source C, is a map of the 1.4 GHz observation. The dashed contours represent "negative" brightnesses. The crosses mark the optical positions of the galaxies identified with the individual radio sources. The ellipse represents the half power intensity of the synthesized beam.

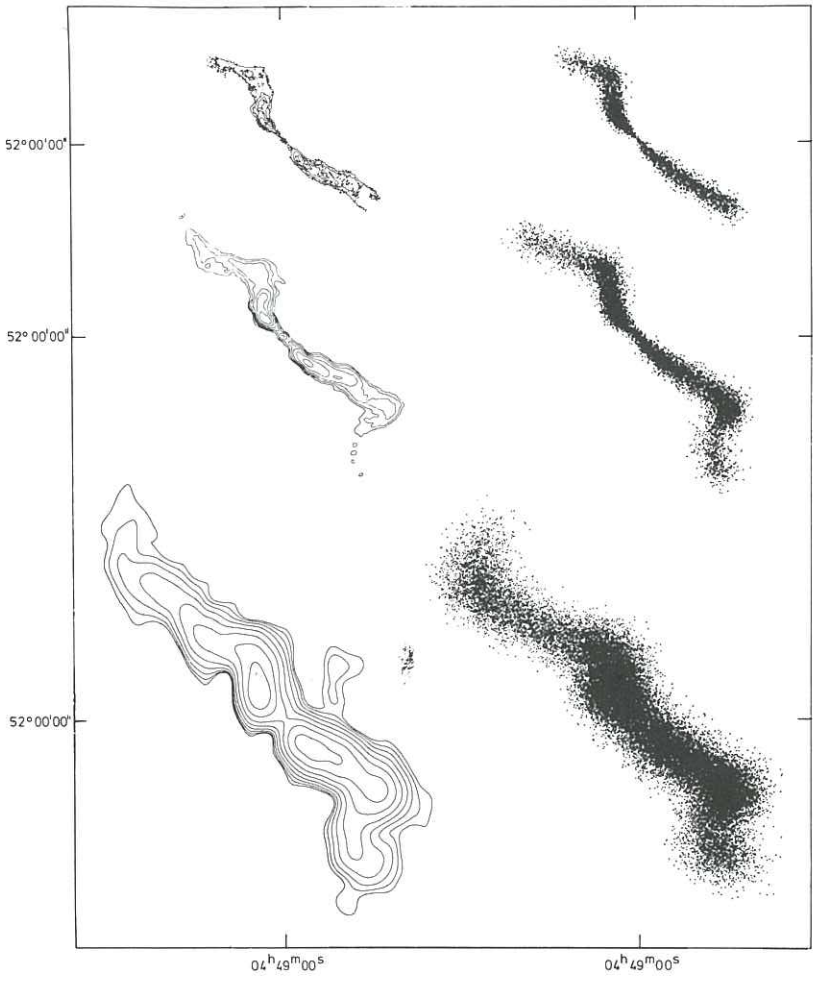


Fig. 3.4.9.

De figuur toont het resultaat van de modelberekeningen aan de radiobron, 3C130, links contourkaarten van de waarnemingen op drie verschillende resoluties, rechts "random dot" kaarten van de modellen op die resoluties. De drie resoluties zijn 4, 7 en 30 boogsec. Behalve met de convolutie naar de goede bundel is er bij de modelkaarten rekening gehouden met de verbreding van de jets.

The figure shows a comparison between the observations (contour plots) and the model (random dot plots) at three different resolutions, 4, 7 and 30 arcsec. The widening of the radio source is also taken into account.

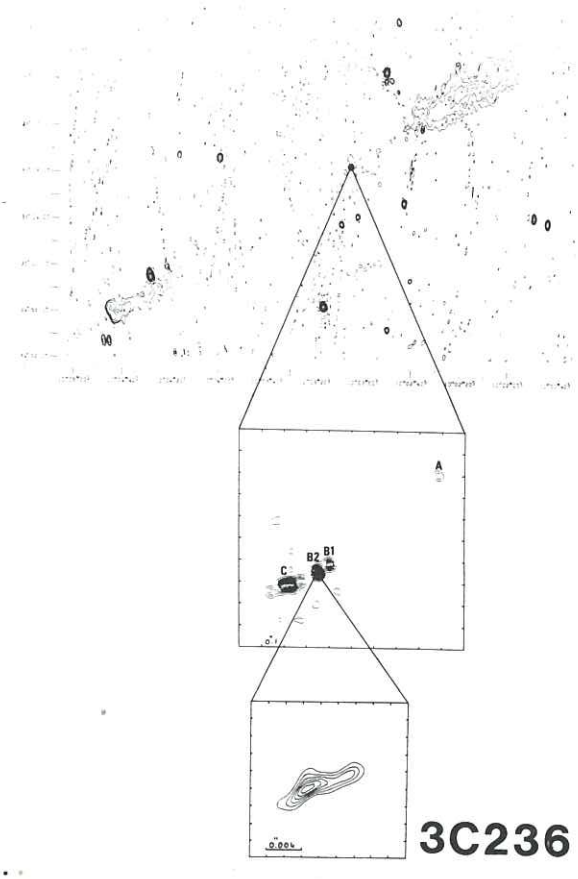


Fig. 3.4.10.

Boven: het radiomelkwegstelsel 3C236, dat 4 Mpc meet (H_o=75) hier in kaart gebracht met de WSRT bij 21 cm golflengte. De WSRT werkte in de zgn. redundancy mode, waardoor een dynamisch bereik van meer dan 35 dB werd bereikt. **Midden:** De heldere kern van 3C236 is hier in kaart gebracht met het Europese VLBI netwerk bij 18 cm golflengte. De vier componenten van de kern zijn A, B1, B2 en C genoemd. **Onder:** De eigenlijke kern van 3C236 (component B2 in de middelste figuur) is hier met een transatlantisch VLBI netwerk in kaart gebracht. Deze structuur meet ongeveer 20 pc - vergelijk de WSRT-kaart!

Upper: The radio galaxy 3C236 mapped with the WSRT at 21cm. The WSRT was operated in the redundancy mode. The dynamic range is more than 35 dB. The total size of 3C236 is about 4 Mpc (H_o=75km/s/Mpc). **Middle:** The bright radio core of 3C236 mapped with the European VLBI at 18 cm. The four core components are called A, B1, B2 and C. **Lower:** The "real" radio core of 3C236 (component B2 in the middle figure) mapped with the transatlantic VLBI. The size is about 20 pc - compare this with the WSRT map!

en de zuid-oost lob van het stelsel (dat is een afstand van 2 Mpc!), de oscillatie, die met name in de noord-west lob te zien is, en de dubbele hot spot in de zuid-oost lob. Wat de kleine-schaal structuur betreft (onderste twee figuren), valt het op dat de emissie zeer onregelmatig is. Barthel c.s. stellen een tijd-afhankelijke energie-input en een leeftijd van 10^8-10^9 jaar voor het stelsel voor in het artikel, dat ter publicatie is aangeboden.

Barthel vervolgde zijn onderzoek naar de radiostructuur in quasars, gebruik makend van verschillende instrumenten: VLA, MERLIN, Europese en transatlantische VLBI (in opklimmende resolutie). Het in kaart brengen van alle radio quasars op hoge roodverschuiving ($z \geq 1{,}5$) met een resolutie van 0".5 werd met een nieuwe serie VLA metingen in augustus voltooid (Barthel, Miley & Schilizzi). Het vergelijken van de morfologieën van quasars op hoge en lage roodverschuiving zal een hoofdstuk in het proefschrift van Barthel gaan vormen. Dat er verschillen zijn is al duidelijk - zie Fig. 3.4.11.

De MERLIN (Multi Element Radio Linked Interferometer Network - Jodrell Bank, UK) waarnemingen, die in samenwerking met Dr. C.J. Lonsdale (Pennsylvania State University, USA) plaatsvinden, werden voortgezet en gaven nieuwe, mooie resultaten te zien. Zie Fig. 3.4.12. Sommige van de quasars die met MERLIN bij 0".25 en 0".1 werden bestudeerd, werden ook met het Europese VLBI Netwerk (EVN - 0".5 resolutie) en de VLA (0".5 en 0".15 resolutie) in kaart gebracht. Een artikel over gecombineerde MERLIN/EVN-waarnemingen van de quasar 3C205, waarin tevens modellen voor de vorming van extra-galactische radiobronnen werden onderzocht, zal binnenkort in druk verschijnen.

Van de kernen van enkele quasars met uitgebreide radiostructuur ($\geq$ 250 kpc), die in een pilot-survey structuur op de 10 pc schaal bleken te hebben, zijn gedetailleerde waarnemingen met een resolutie van 1,5 milliboogseconde gedaan in april 1982 en april 1983. Barthel, Miley, Schilizzi, Preuss en Cronwell gebruikten hiertoe een transatlantisch VLBI netwerk. De radiokaarten zijn in staat van voltooiing. Een voorlopige vergelijking van de radio-structuren leert dat er in een jaar tijd weinig verandering is opgetreden: $v_{expansie} < 3c$. Een zorgvuldige analyse is uiteraard vereist. Een ander resultaat van de pilot-survey, nl. dat structuur op de 10 pc schaal blijkt samen te hangen met kernflux-dichtheidsvariaties suggereert dat structuur "voorspeld" kan worden uit genoemde variaties. Een multi-spectrale aanpak van dit onderzoek kan wellicht fundamenteel bijdragen aan het begrijpen van actieve stelsels. Eén en ander wordt voorbereid.

Foley is in maart naar de VLA geweest om copieën te krijgen van een groot aantal (~2400) "snapshot mode observations" van Perley en Fomalont (NRAO, VLA), die waren gemaakt om onopgeloste calibratoren te vinden. Een compleet sample van de helderste vlakke spectrum bronnen aan de noordelijke hemel is gekozen voor gedetailleerde studie van de uitgebreide emissie rond de heldere kern (zie Fig. 3.4.13.).

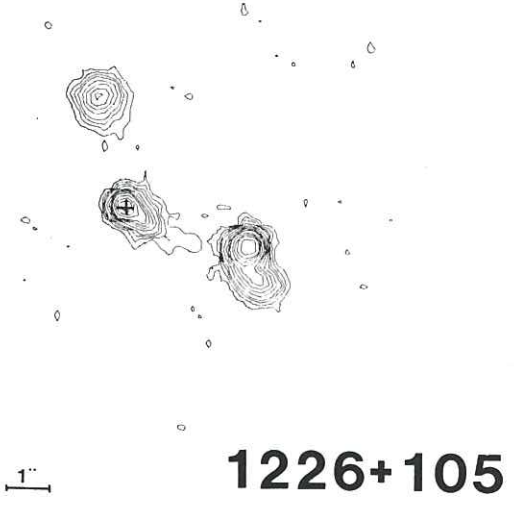


Fig. 3.4.11.

De quasar 1226+105 uit de MC2 catalogus heeft een roodverschuiving z=2,296. Deze VLA kaart, met een resolutie van 0,5 boogseconde, toont dat de quasar een vervormde radiostructuur bezit.

The quasar 1226+105 from the MC2 catalogue with a redshift of z=2.296. This VLA map, with a resolution of 0.5 arcsec, shows that this quasar has a deformed radio structure.

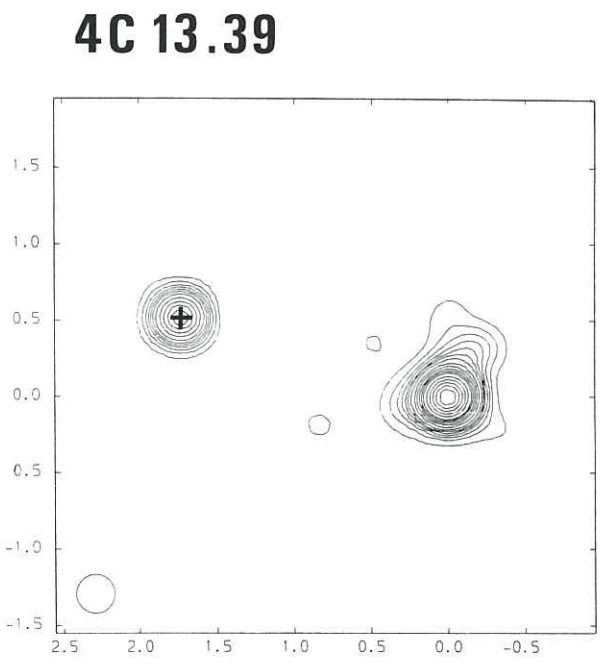


Fig. 3.4.12.

De quasar 4C13.39 (z=1,875) bleek in een VLBI survey heldere, zeer compacte componenten te bezitten. Deze MERLIN kaart, die ongeveer 3" bij 3" meet, toont de radiostructuur van dit object bij een resolutie van 0".25; de kern van de quasar is onopgelost, de hot spot daarentegen toont structuur die afbuiging suggereert.

The quasar 4C13.39 (z=1.875) showed very compact components in a VLBI survey. This MERLIN map shows the radio structure of this object with a resolution of 0.25 arcsec. The total field is about 3x3 arcsec. The radio core is not resolved, the hot spot, on the other hand, shows structure which suggests a bend.

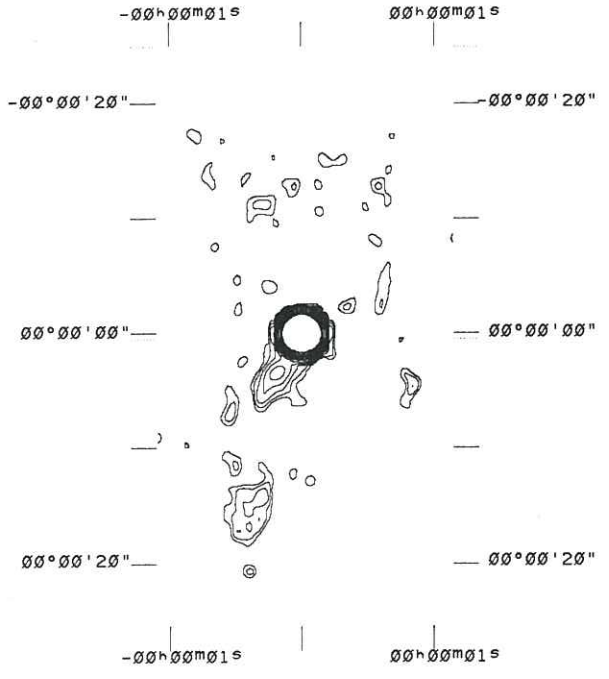


Fig. 3.4.13.

Een VLA kaart van één van de helderste vlak spectrum radiobronnen, 0316+413 (3C84, Perseus A, NGC1275). De onopgeloste kern in het centrum van de kaart heeft een fluxdichtheid van 15,3 Jy. De kaart werd gemaakt met gegevens op 20 cm in de A configuratie. De 'restoring beam' welke is gebruikt had een FWHM van 1,65 arcsec en de contourniveau's zijn logarithmisch, met een factor $\sqrt{2}$ tussen de niveau's, beginnend met 15,6 mJy per bundel: 15,6, 22,1, 31,3, 44,2, 62,5 and 88,4 mJy/bundel.

A VLA map of one of the brightest flat spectrum radio sources, 0316+413 (3C84, Perseus A, NGC1275). The unresolved core at the centre of the map has a flux density of 15.3 Jy. The map was made from data taken at 20 cm in the A configuration. The restoring beam used is 1.65 arcsec. FWHM and contour levels are logarithmic, with a factor of $\sqrt{2}$ between contours, starting at 15.6 mJy per beam, i.e. 15.6, 22.1, 31.3, 44.2, 62.5 and 88.4 mJy/beam.

De VLA waarnemingen werden gedaan op 2, 6 en 20 cm, met verschillende array configuraties en de gegevens omvatten ook de polarisatie. Verder werden vele bronnen waargenomen met MERLIN op 18 cm en 74 cm zodat veel spectrale en Faraday rotatie informatie beschikbaar is. Het ligt in de bedoeling om de uitgebreide emissie, die in veel gevallen is waargenomen, te vergelijken met de emissie die is waargenomen in "extended steep spectrum sources", en zo verschillende "unified theories" te testen die zijn voorgesteld om compacte radiobronnen te verklaren. Foley werkt ook met het US VLBI netwerk om 5 lage frequentie variabelen waar te nemen. Deze zijn gecorreleerd in Bonn. Tot nu toe zijn er slechts 6 of 7 bekende superluminal bronnen (3C120, 3C273, 3C279, 3C345, 3C179, NRAO 140, en misschien BL Lac) en hiervan zijn 3C120, 3C345, NRAO 140, BL Lac en misschien 3C273 variabel beneden 1 GHz. De huidige relativistische modellen verwachten deze relatie en voorspellen dat alle lage frequentie variabelen superluminal zouden zijn. Foley hoopt tweede epoche waarnemingen te doen om deze hypothese te toetsen. Indien een groot aantal superluminal zijn, zal dit het aantal van dit type doen toenemen en ons zo helpen om dit fenomeen beter te begrijpen.

De Waard zette zijn onderzoek voort naar de relaties tussen de optische en radio emissie in actieve stelsels. Hiertoe werd een VLBI survey gestart van objecten met karakteristieke Broad Line Regions (BLR, pc-schaal) en flux dichtheden groter dan 150 mJy, die werden waargenomen op 6 cm met transatlantische VLBI (6 stations). De correlatie werd in Bonn uitgevoerd. In december werd de survey afgerond met bronnen die zwakker zijn dan 150 mJy met het nieuwe Mark III B systeem met bandbreedte 28 MHz, dat aanzienlijk gevoeliger is dan het oude Mark II systeem. Het doel van deze survey is om een indruk te krijgen van de milliboogseconden structuur van deze bronnen, die alleen op te lossen zijn met transatlantische VLBI. Analyse van de gegevens van het eerste deel van deze survey leverde enige bronnen op welke in 1984 volledig in kaart zullen worden gebracht met transatlantische VLBI. Deze bronnen vertonen tevens FeII emissie in hun spectra, die het resultaat kan zijn van de wisselwerking tussen een jet en het omringende medium (Norman en Miley). Tevens zijn het mogelijke kandidaten voor superluminal motion, zodat eventuele latere epoche waarnemingen zullen worden aangevraagd. Omdat deze bronnen kandidaten zijn voor superluminal motion is er een monitor programma gestart om hun optisch emissie spectrum (o.a. FeII, Hβ) waar te nemen (ESO, Chili en La Palma).

Een VLBI survey (De Waard, Miley, Schilizzi) van objecten met goed bekende verboden emissielijnen is gestart ([OIII]) om de Narrow Line Region (NRL, kpc-schaal) te onderzoeken.

De Waard, Miley en De Bruyn hebben WSRT waarnemingen gedaan aan uitgebreide structuren rond kpc-schaal radiokernen (CSS-bronnen) op 21 cm om restricties te stellen aan de hoeveelheid energie die verder dan het kpc gebied wordt getransporteerd. Het waren

waarnemingen in de redundancy mode. Vele bronnen zijn al waargenomen met VLBI, VLA en MERLIN.

De Waard en Meurs (MPIA, Heidelberg) bepaalden radiospectra van Seyferts met behulp van WSRT waarnemingen op 21 en 6 cm. Doorgaans worden steile spectra gevonden, met een gemiddelde spectrale index van $0,7(S_\nu \propto \nu^{-\alpha})$; vlakke spectra komen slechts bij uitzondering voor.

Dit najaar is De Waard begonnen met de reductie van waarnemingen, gedaan aan actieve compacte kernen van stelsels met de WSRT (50 cm, 1 epoche) en de VLA (1,3, 2,0, 6,0 en 18,3 cm, 3 epoches). Daar van deze bronnen er ook een aanzienlijke fractie door de IRAS satelliet is waargenomen en er 3 epoches waarnemingen zijn gedaan, zijn er spectrale gegevens over vele decaden aanwezig en kan eventuele variabiliteit worden onderzocht.

De Waard en Strom (SRZM) hebben gezocht naar absorptie van OH en HI in hoge roodverschuiving quasars op 50 cm (WSRT). Absorptie heeft het voordeel dat de detectie alleen afhangt van de sterkte van de achtergrond continuum bron en de absorptie (optische diepte) en dus afstands onafhankelijk is. Absorptie zou een indicatie kunnen geven over de vraag of het gas invalt of uitstroomt. Van de 7 waargenomen bronnen toonde echter geen enkele absorptie.

De Waard en Forster (CSIRO, Australië) hebben Virgo A waargenomen met de WSRT (1x12h) op 21 cm in redundancy mode om de halo structuur te onderzoeken en te vergelijken met de WSRT 50 cm kaart. Door de hoge fluxdichtheid van Virgo A is deze meting niet succesvol geweest en zal worden overgedaan zodra het systeem deze fluxdichtheid aan kan.

Diepe radiosurveys, optische identificaties en cosmologie.

Windhorst legde dit jaar de laatste hand aan zijn proefschrift "Faint Radio Galaxy Populations". De primaire radio survey met de WSRT op 21 cm golflengte die hij gedaan heeft bevat 306 radiobronnen in 5,5 vierkante graad aan de hemel (tot een niveau van 0,6 mJy). Op zeer diepe fotografische platen in vier kleuren, afkomstig van de Mayall 4 meter telescoop te Kitt Peak (USA), werden optische identificaties gedaan. Voor meer dan de helft van de bronnen wordt ook daadwerkelijk een identificatie gevonden, hetgeen laat zien dat al meer dan de helft van het radio geselecteerde heelal zichtbaar is op die diepe fotografische platen!

20% van de radiobron identificaties blijken quasars te zijn. Het sample bevat zelfs enkele radiosterren in onze eigen Melkweg. De rest van het sample is ruwweg gelijk verdeeld tussen rode en blauwe radiostelsels. De rode stelsels zijn alle reuze elliptische melkwegstelsels met de klassieke dubbele radiostructuur. Ze hebben alle ongeveer dezelfde optische lichtkracht en hebben op grote afstand (dus vroeger) een niet noemenswaardig verschillend optisch spectrum. De blauwe radiostelsels vormen toch een andere klasse, die een wat lagere optische lichtkracht heeft en wat dichterbij

staat. Ze worden vooral gekenmerkt door hun merkwaardige optische uiterlijk. Er zijn nogal wat dubbele of botsende stelsels bij. Er is ook een aantal gewone, heel nabije spiraalstelsels. Waarnemingen gedaan met de WSRT op 50 cm golflengte geven samen met de 21 cm waarnemingen de helling van het radiospectrum van de meeste bronnen. Uit de radiobrontellingen in een zeer diepe radiosurvey gedaan met de VLA in een van de Westerbork velden blijkt dat inderdaad de allerzwakste radiobronnen (beneden 5 mJy) weer relatief meer gaan voorkomen. De optische identificaties en de fotometrie werden gecombineerd met die van het Westerbork sample. Het blijkt dat op de sterkere radioniveaus (boven 10 mJy) de reuze elliptische radiostelsels en de quasars inderdaad de brontelling domineren, maar dat op de zwakkere niveaus een andere populatie domineert, namelijk de blauwe radiostelsels. Deze blauwe stelsels blijken verantwoordelijk voor het excessieve aantal radiobronnen op de allerzwakste niveaus.

Alle gegevens worden gebruikt om de "radiolichtkracht functie" (het aantal radiobronnen per volume eenheid als functie van radiolichtkracht) uit te rekenen voor zowel de rode als de blauwe radiostelsels. Dit wordt niet alleen gedaan voor nabije stelsels, maar ook voor de grote afstanden, waarmee deze bevolkingsdichtheid tevens berekend is als functie van de kosmische tijd. Het blijkt dat de rode radiostelsels vroeger inderdaad talrijker waren dan nu. Voor de nabije blauwe stelsels blijkt de ruimtedichtheid al veel hoger te zijn dan voor de tot dusver bekende blauwe radiostelsels (spiraal- en Seyfert stelsels), terwijl dit op grotere afstand in nog hogere mate het geval geweest moet zijn. Dit blijkt de enige plausibele verklaring te zijn voor het excessieve aantal heel zwakke bronnen.

De consequenties zijn mogelijk verstrekkend. De implicatie is dat zowel de blauwe, als ook de rode radiostelsels van kleinere radio lichtkracht, niet veel verder kunnen voorkomen dan tot op de helft van het in principe zichtbare heelal. Niettemin komen de quasars en rode elliptische radiostelsels met grote radio lichtkracht tot op nog veel grotere afstanden voor. Een mogelijke verklaring is dat niet alle (radio) melkwegstelsels gelijktijdig gevormd werden, maar dat de rode elliptische stelsels en quasars het eerst, en blauwe radiostelsels later gevormd werden.

Katgert, Windhorst en Isaacman voerden met UKIRT infrarood fotometrie uit (in de J, H en K band) van een vijftigtal optisch geïdentificeerde radiomelkwegstelsels gevonden in de Leiden-Berkeley Deep Survey (LBDS) en de 3e Westerbork survey. De stelsels met een 1,4 GHz radioflux boven 10 mJy onderscheiden zich wat de infrarood en infrarood-optische kleuren betreft niet van de schijnbaar veel helderder radiomelkwegstelsels in de 3CR catalogus. Deze gegevens weerspreken de zgn. "standard candle" hypothese voor de eerstgenoemde dan ook geheel niet. Er is daarentegen enige aanwijzing dat de infrarood kleuren van (een gedeelte van) de radiomelkwegstelsels beneden 1 mJy zich onderscheiden van die van

de schijnbaar helderder (en ook intrinsiek heldere) radiomelkwegstelsels. Door posities en fluxen van de bronnen uit de VLA en WSRT surveys direct te vergelijken, werd een idee verkregen van de grootte van de random fouten in deze parameters. Dit is van groot belang voor een eventuele latere optische identificatie. Ook werd naar systematische afwijkingen tussen de twee surveys gezocht. Zoals al in het vorige jaarverslag is vermeld, wijken de VLA- en WSRT posities van bronnen ver buiten het veldcentrum systematisch af. De schuldige is hier hoogstwaarschijnlijk de VLA coördinaten transformatie.

Katgert, Oort jr. en Windhorst verkregen VLA waarnemingen bij 20 cm golflengte van een zestigtal optisch geïdentificeerde radiomelkwegstelsels uit de LBDS (zie Fig. 3.4.14.). De bronnen in dit sample waren pro rata verdeeld naar radioflux, optische identificatie, optische flux, kleur en het wel/niet bekend zijn van een roodverschuiving. Het gaat daarbij uitsluitend om radiobronnen die met de Westerbork 21 cm bundel niet of onvoldoende konden worden opgelost. Deze gegevens (waarvan de verwerking nog niet is afgerond) zullen een veel vollediger bepaling van de hoekdiameter verdeling mogelijk maken, terwijl de gedetailleerde structuurinformatie (oplossend vermogen van ~1".5) naar verwacht veel zal bijdragen aan het begrp van de (populatie-) evolutie van radiomelkwegstelsels op kosmologische tijdschaal.

Katgert analyseerde de resultaten van de zgn. Westerbork-Einstein Deep Survey voor wat de radiobrontellingen bij 21 en 50 cm betreft. Deze resultaten bevestigen, met zeer goed statistisch gewicht, de al eerder in de LBDS en diepere Westerbork en VLA metingen gevonden "upturn" in de 21 cm brontelling beneden 5 à 10 mJy. Een publicatie is in voorberiding.

Oort jr. voltooide het werk aan het diepe Lynx.2 survey veld (ruis 59 μJy). De daaruit gedestilleerde radio-complete bronnenlijst werd gebruikt om de genormeerde brontellingen op 112 MHz en de mediane afmetingen in bgsec als functie van fluxdichtheid te bepalen rond de $S \geq 1$ mJy. Het gedrag van de brontellingen op deze niveaus, zoals gevonden met de VLA door Windhorst, Miley et al., werd bevestigd. Uit de Westerbork survey blijkt echter dat voor de allerlaagste fluxniveaus de mediane hoekmaat kleiner is dan door bovengenoemde onderzoekers werd gevonden ($\lesssim$5"), hetgeen kan betekenen dat de intrinsieke afmeting van deze bronnen ook kleiner is.

Windhorst en Oort jr., tenslotte, hervatten hun werk aan de evolutie van radiobronnen, nu met de nieuwe LBDS dataset. Doel is de brontelling van 1 mJy tot 10 Jy te verklaren.

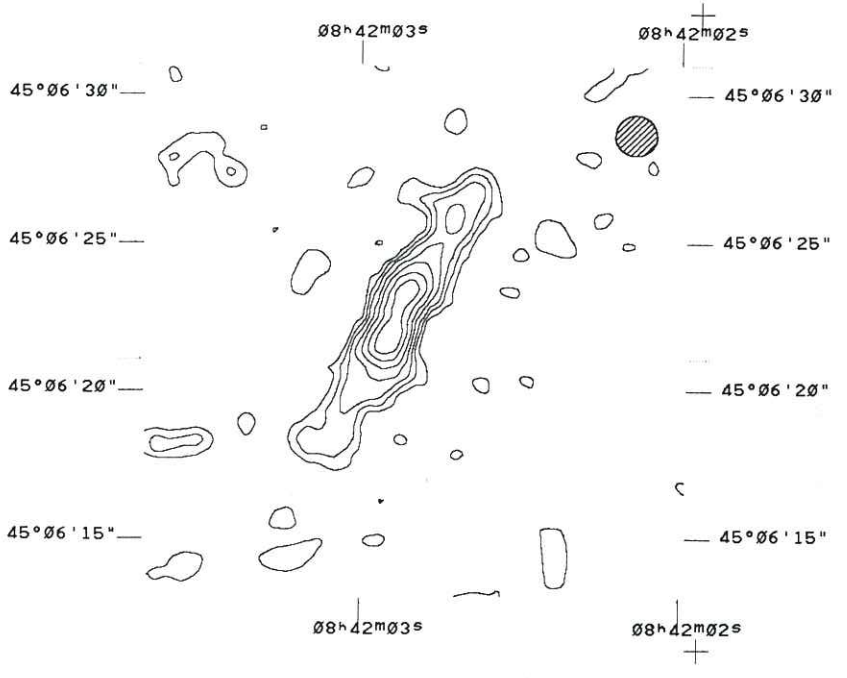


Fig. 3.4.14.

Radiostructuur, zoals gemeten met de VLA bij 20 cm golflengte in de A configuratie (resolutie 1,4") van een elliptisch radio-melkwegstelsel op een roodverschuiving van 0,150 gevonden in de LBDS. Op deze kaart wordt slechts ongeveer de helft van de in Westerbork gedetecteerde totale flux (~7 mJy) teruggevonden, zodat er waarschijnlijk nog grotere schaal structuur aanwezig is. De hier getoonde radiostructuur bevindt zich geheel binnen het optische beeld van het melkwegstelsel (Oort jr., Katgert, Windhorst).

A radiomap of an elliptical radio galaxy at a redshift of 0.150 found in the LBDS, observed with the VLA at 20 cm in the A configuration (resolution 1.4 arcsec). In this map, only about half of the total flux detected with the WSRT (~7 mJy), was collected. This means that there is probably large-scale structure. The map shown here lies completely inside the optical image of the galaxy (Oort jr., Katgert, Windhorst).

3.5. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen.

Redaktie: G. v.d. Burg.

Het radioastronomisch onderzoek in Nijmegen is ook in 1983 weer voor een belangrijk deel gebaseerd geweest op waarnemingen gemaakt met de radiotelescopen te Dwingeloo en Westerbork. Hulsbosch voltooide dit jaar zijn Dwingeloo survey van hoge snelheidswolken en een verkort eindverslag van dit project is in dit jaaroverzicht opgenomen. Het extragalactisch onderzoek aan vroeg-type stelsels, geïsoleerde stelsels, M31 en stelsels met zwakke begeleiders werd voortgezet en een aantal nieuwe waarnemingen werden verkregen. Bovengenoemde projecten werden uitgevoerd in samenwerking met diverse instituten waaronder Princeton University, University of Cincinnati, Instituto Argentino de radioastronomia, Sterrewacht Leiden en Tel Aviv University.

3.5.1. Galactisch onderzoek.

Een gevoelige survey naar hoge snelheidswolken, door A.M. Hulsbosch.

Inleiding en historisch overzicht.

Hoge snelheidswolken zijn in 1963 ontdekt. Ondanks diverse onderzoekingen, zowel door waarnemers als door theoretici, is nog geen bevredigende verklaring gevonden voor de totaliteit van de verschijnselen. Met het in bedrijf komen van verbeterde waarneeminstrumenten werd het mogelijk om uitgebreide en gevoelige surveys uit te voeren. Uitgaande van een memorandum van J.H. Oort uit 1974 werd in de jaren 1976 en 1977 in Dwingeloo een gebied rond M31 door Hulsbosch onderzocht (Hulsbosch, 1978, 1979a, 1979b en Oort en Hulsbosch, 1979). Hierbij werden onder andere twee exemplaren van een nieuwe klasse van objecten, de zogenaamde VHVC's (Very High Velocity Clouds) ontdekt: HVC 110-7-465 en HVC 114-10-440 (voor meer gedetailleerde waarnemingen zie Cohen en Mirabel, 1979). Tesamen met de verdere resultaten rechtvaardigde dit de uitbreiding tot een survey over de gehele in Dwingeloo zichtbare hemel. Hiervoor werd in november 1977 een memorandum geformuleerd en een maand later door de Programma Commissie geaccepteerd. Het volledige programma omvatte 690 waarneemdagen verdeeld over 10 perioden. Dit programma werd in oktober 1983 afgesloten.

Survey.

De doelstelling was de samenstelling van een catalogus van een homogene, volledige en diepe survey, waaruit niet alleen meer inzicht verkregen kan worden in de grote schaalverdeling en de bewegingen van de hoge snelheidswolken, maar welke ook kan dienen als uitgangspunt voor meer detailgerichte onderzoekingen.

Het survey bestaat uit een 1x1° raster in galactische coördinaten ($\Delta b=1°$, Δl variëert discontinu met b voor $|b|>45°$) voor $\delta>-17°2$ (d.w.z. maximum elevatie te Dwingeloo tenminste 20°), netto 27.220 posities. Als ontvanger "backend" werd een 256 kanaals autocorrelator spectrograaf met een bandbreedte van 10 MHz gebruikt. Het gekoelde "frontend", aanvankelijk een parametrische versterker, werd in de loop van het survey vervangen door een FET versterker met een excellente stabiliteit (beter dan 0,5% per week). De totale systeemruis lag in de buurt van 35 K. De integratietijd van 15 minuten per profiel (in "total power mode"), tesamen met de toegepaste "Hanning Smoothing" van het autocorrelator spectrum gaf een snelheidsoplossing van 16,5 km/s en een detectie limiet ($4\Delta T_b$(rms) van 0,05 K (corresponderend met $\int T_A dv$ = 1,0 K km/s of 110 mJy of 2,2 r^2 $M_\odot$ als we een gemiddelde profielbreedte van 25 km/s aannemen; r is de, onbekende, afstand in kpc). In sommige gevallen, met name aan de periferie van uitgebreidere objecten bleek 0,04 K als detectielimiet haalbaar. Het bruikbare snelheidsinterval liep van -1000 tot +800 km/s.

In totaal werden 37.660 waarnemingen verricht, inclusief de herhalingen van mogelijke detecties en van onbruikbare profielen (netto totaal 390 dagen dus met een efficiëntie van 55%).

Volledigheid.

Bij een bundelbreedte van 0°6 zal een raster van 1x1° ca. 30% van de waargenomen hemel bedekken. Dit is voldoende voor de uitgebreidere objecten, van de kleinere objecten kunnen enkele van de zwakkere aan detectie ontsnappen.

In Tabel 3.5.1., een fragment van de uiteindelijke catalogus, hebben we de omgeving van HVC 39.4+4.7-335 (diameter ongeveer 20'; Shostak, 1977; Cohen en Mirabel, 1978; Mirabel, 1982) weergegeven en vergeleken met de surveys van Giovanelli uit 1980 (voetnoot 4) en van Mirabel uit 1984 (voetnoot 3). Het blijkt dat zowel Giovanelli (raster $\Delta\alpha=1°25$, $\Delta\delta=2°5$) als Mirabel (raster $\Delta\alpha=2°$, $\Delta\delta=2°$) vooral ten gevolge van hun grovere raster veel minder componenten vinden. Bovendien vindt Giovanelli een component (41.8+4.7-320) die bij ons ontbreekt. Wij vinden in dit gebied een drietal complexen, een spur die bij HVC 39.4+4.7-335 ontspringt en tot 40+8-318 doorloopt, en twee kleinere objecten: HVC 37+10-306 en HVC 40+1-280. Het lijkt voor de hand te liggen dat deze objecten fysisch bij elkaar horen. Om dit verder te onderzoeken dient het

Tabel 3.5.1. Fragment van de catalogus voor 35°<ℓ<42° en -1°<b<+11°
rond de wolk van Shostak (39.4+4.7-335). Vermeld zijn
alle punten in het gebied waar een HVC component is
gemeten.

ℓ	b	v(lsr)	T_b	∫Sdv	$\int T_A dv$	
40	+0	-282	,04	7	0,8	1), 2)
40	+1	-280	,10	18	2,0	3)
38	+5	-311	,04	7	0,8	1)
39	+5	-320	,05	9	1,0	2), 3), 4)
38	+6	-315	,10	18	2,0	
39	+7	-303	,07	12	1,4	
40	+7	-288	,05	9	1,0	
40	+8	-318	,13	23	2,6	3), 4)
36	+9	-296	,05	9	1,0	
37	+10	-306	,14	25	2,8	
38	+10	-293	,04	7	0,8	1)

1) Ofschoon onder onze detectielimiet van 0,05 K toch opgenomen, aangezien ze door onafhankelijke waarnemingen zijn bevestigd en het beeld vollediger maken.
2) De wolk van Shostak (1977), HVC 39.4+4.7-335 met T_b=0,5 K ligt 0°5 weg. Dit komt overeen met een bundelverzwakking tot 15%. Zie ook de kaarten in Cohen en Mirabel (1978) en in Mirabel (1982).
3) Giovanelli (1980) vindt componenten op 39.80+0.44-262, 40.02+8.28-315 en 39.11+5.27-310.
4) Mirabel en Morras (1984) vermelden slechts 39.3+4.7-353 maar bijvoorbeeld niets op hun rasterpunt 40.0+8.3.

gebied met een fijner raster (0°.33) en grotere gevoeligheid (0,02 K) onderzocht te worden.

Resultaten.

Uit practische overwegingen hebben we ons beperkt tot componenten met $|v| \geq$ 90 à 100 km/s (iets hoger bij de laagste breedtes ten gevolge van de normale galactische HI). In totaal werden ruim 12.000 mogelijke componenten gevonden, daarbij meegeteld de nog niet verworpen storingen, de componenten met $T_b < 0{,}05$ K of met $|v| < 90$ km/s, en de herhalingen. Na de definitieve bewerking zullen naar schatting ongeveer 3000 verschillende componenten overblijven, d.w.z. op circa 10% van de gemeten posities wordt een HVC component gevonden.

Een globaal overzicht van de resultaten in het gebied $0° \leq \ell \leq 200°$ en $-70° \leq b \leq +70°$ is weergegeven in Fig. 3.5.1. Getoond worden de buitenste contouren (T_b=0,05 K) van al de grotere objecten met snelheden kleiner dan -100 km/s of groter dan 100 km/s, evenals de kleinere objecten die slechts op één of twee posities worden waargenomen. Er is een duidelijk verschil tussen de beide galactische halfronden. Op het noordelijk halfrond is op lagere breedte een uitgebreid object te zien met snelheden tot -125 km/s rond ℓ=115°, dat waarschijnlijk samenhangt met de buitenarm. Dit object heeft een betrekkelijk scherpe begrenzing bij $\ell \approx 140°$, b=+55°. Deze spur bestaat uit een ingewikkelde mozaïk van, elkaar vaak overlappende, componenten met snelheden tussen -115 en -200 km/s welke slechts globaal konden worden aangegeven. Bij ℓ=142°, b=+46° raakt deze spur de top van de bekende keten A die op hogere breedtes veel uitgebreider is dan tot dusverre bekend was. Een paar nieuwe complexen rond ℓ=180°, b=+55° zijn aangegeven.

Het belangrijkste object op het zuidelijk galactisch halfrond is de Magelhaense Stroom ($\ell \approx 90°$, $b \leq -35°$). Bovendien vinden we een gecompliceerde keten die loopt van $\ell \approx 155°$, b=-45° tot ℓ=185°, b=-10° (snelheden tussen -100 en -330 km/s), een complex rond $\ell \approx 130°$, b=+0° en een groot aantal kleine "Very High Velocity Clouds", met snelheden tot -465 km/s. Van deze VHVC's is HVC 128-32-385 de meest uitgebreide maar over het algemeen zijn ze niet groter dan één of twee rasterpunten. De objecten rond ℓ=38°, b=+6° (zie boven) behoren ook tot deze klasse.

De enige positieve snelheden in het gebied van Fig. 3.5.1. zijn die rond ℓ=20°, b=+5°, bij ℓ=40°, b=-20° en rond $\ell \approx 195°$. Bij grotere lengtes (buiten deze kaart) worden veel meer positieve snelheden gevonden, vooral dicht bij onze declinatiegrens van δ= -17°.2 maar hun totale massa is tenminste een orde van grootte kleiner dan van het negatieve snelheidsgas.

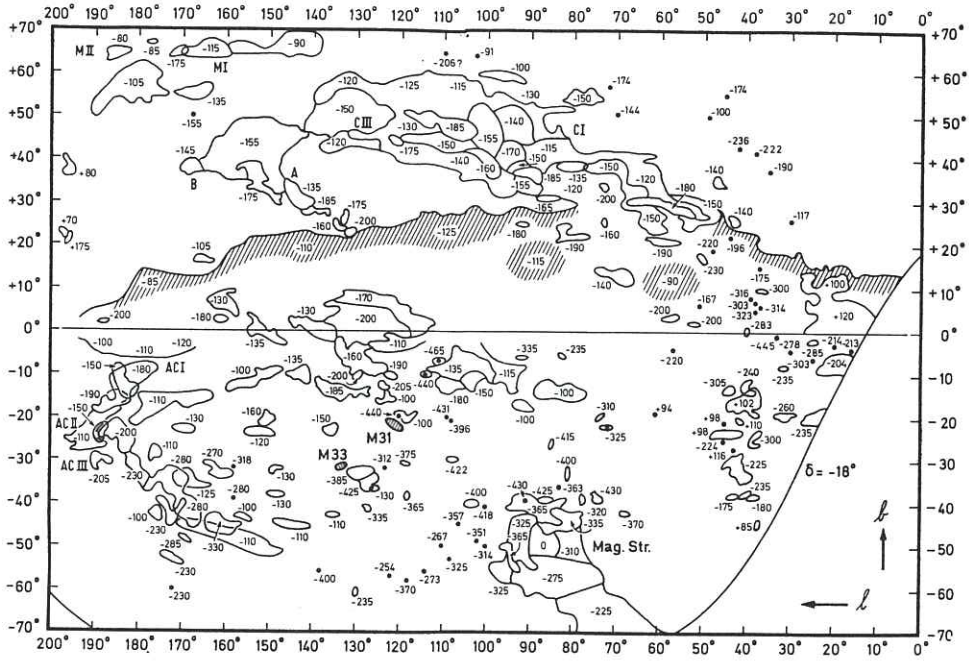


Fig. 3.5.1.

Globaal overzicht van alle resultaten in het gebied met galactische lengte tussen 0° en 200° en galactische breedte tussen -70° en +70°. Aangegeven zijn alle gevonden objecten, de uitgebreidere door de buitenste contouren bij 0,05 K, en de kleinere die slechts op één of twee rasterpunten worden waargenomen door een punt. De getallen geven de radiële snelheden in km/s welke of groter zijn dan +100 km/s of kleiner dan -100 km/s.

Global overview of all results in the area $0° < \ell < 200°$, $b-70° < b < 70°$. Objects larger than 2 raster points are indicated by an outer contour of 0.05K, other objects by a single dot. The numbers indicate radial velocities for these cases where they are greater than 100 km/s or less than -100 km/s.

3.5.2. Extragalactisch onderzoek.

Vroege-type stelsels.

De 21 cm lijn WSRT metingen aan NGC 4594 werden verder uitgewerkt en voor publicatie klaargemaakt. De reductie van de 21 cm lijnmetingen van NGC 4138 werd voltooid. Dit SO of Sa stelsel bezit een gasschijf, mogelijk verdeeld in twee concentrische ringen. De inclinatie van deze schijf (de hoek tussen de gezichtslijn en het symmetrie vlak) schijnt veel minder te zijn dan die van het symmetrie vlak van de sterverdeling. De rotatiesnelheid bereikt een vlak maximum al zeer dicht bij het centrum en valt aanmerkelijk terug op de grootst waargenomen afstand vanaf het centrum. De HI verdeling en kinematica in dit stelsel is in Fig. 3.5.2. weergegeven in de vorm van een positie-snelheidskaart. Nog twee vroeg-type stelsels werden waargenomen in de 21 cm lijn met de WSRT in de loop van 1983.

Geïsoleerde stelsels.

Naast de al gepubliceerde metingen van NGC 2712 en 5301 zijn nu 7 andere geïsoleerde stelsels gemeten in de 21 cm lijn met de WSRT. Hiermee zijn alle voor de WSRT beschikbare stelsels uit de Huchra-Thuan lijst waargenomen. NGC 5832 vertoont een duidelijke spiraalstructuur in HI met een uitgesproken asymmetrie. De metingen van de overige stelsels verkeren in verschillende stadia van het reductieproces.

Messier 31.

In samenwerking met de Leidse Sterrewacht zijn radio surveys van M31 gedaan met de WSRT in de 21 cm lijn van HI en in het 21 cm en 50 cm continuum. De resultaten van de 21 cm lijn en de 50 cm continuum survey zijn in druk terwijl de beschrijving van de 21 cm continuum resultaten vrijwel voltooid is. Voor een discussie van de verkregen resultaten, zie het hoofdstuk 3.4., "Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden".

Stelsels met zwakke begeleiders.

In 1982 zijn met de WSRT 21 cm lijnwaarnemingen gedaan van een viertal sterrenstelsels omgeven door meerdere zwakke begeleiders. Het doel van deze waarnemingen is ondermeer het bepalen van de roodverschuiving van deze begeleiders hetgeen belangrijke nieuwe gegevens kan opleveren omtrent de massaverdeling in en rondom sterrenstelsels. In 1983 is de reductie van deze waarnemingen voortgezet en voor NGC 4111 en NGC 5899 verkeert deze nu in een gevorderd stadium. NGC 4111 blijkt omgeven te zijn door tenminste 5 begeleiders met meetbare hoeveelheden waterstof. Van NGC 5899 is tot nu toe 1 begeleider gedetecteerd. De reductie van NGC

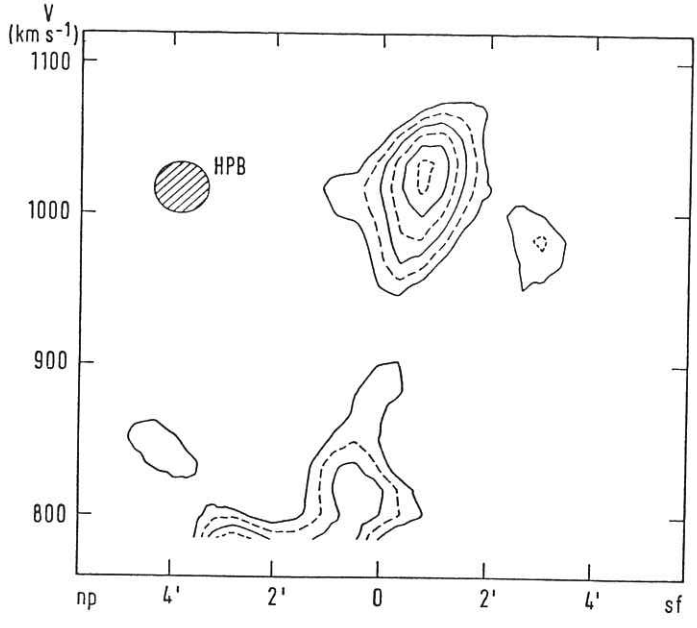


Fig. 3.5.2.

Waterstofverdeling en kinematica in NGC 4138. De helderheidstemperatuur in de 21 cm lijn is weergegeven d.m.v. een doorsnede langs de knopenlijn (positiehoek: 141°) als functie van de afstand tot het optisch centrum van het stelsel en de radiële snelheid t.o.v. de zon. Het contour interval is 0,4 K en de laagste weergegeven contour is 0,8 K. Afwisselende contouren zijn als onderbroken lijnen weergegeven.

Sample of the HI distribution and kinematics in NGC 4138. The 21 cm line brightness temperature is shown in a cross-cut along the line of nodes (position angle: 141°) as a function of distance from the optical center of the galaxy and radial velocity with respect to the sun. The contour interval is 0.4 K and the contour level is 0.8 K. Alternate contours are shown as broken lines.

3329 is vertraagd door de aanwezigheid van interferentie in de waarnemingen; een voorlopige analyse van de gegevens wijst op het voorkomen van tenminste 2 gedetecteerde begeleiders.

Voids.

In 1983 is een pilot survey uitgevoerd voor het zgn. Void programma van Brosch en Hulsbosch. In dit programma wordt gezocht naar HI in gebieden en bij snelheden waar optisch geen stelsels zijn waargenomen (de zgn. Voids). Gekozen zijn Voids in Hercules (snelheden 5500 tot 8500 km/s), Perseus/Pisces (snelheden 6500 tot 9500 km/s) en Coma (snelheden 4800 tot 6300 km/s). Van de 700 profielen was 75% ernstig door radar gestoord. Alleen het snelheidsinterval 6500 tot 8000 km/s (Perseus) was vrijwel storingsvrij en dus geschikt voor een uitgebreide survey.

3.6. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht.

Redactie: A.D. Fokker.

1. Zonnevlammen.

Naar aanleiding van de in het vorig jaarverslag vermelde bewerking van mede met de WSRT verrichte waarnemingen aan een zonnevlam op 16 mei 1981 ontwikkelde J. Kaastra een magnetohydrodynamisch model op basis van het Van Tend/Kuperus mechanisme. Dit model levert tevens een interpretatie op van quasiperiodieke microgolfuitbarstingen waarover eveneens met de WSRT gegevens zijn verkregen.

Door M. Allaart en J. Kaastra werd uit WSRT metingen op 50 cm golflengte informatie verkregen betreffende het optreden van verhelderingen op afstanden van ca. 200.000 km van het vlamcentrum die zich met een snelheid van de orde van 1000 km/s blijken te verplaatsen. Posities van 'spike'-bursts op 50 cm zijn suggestief voor het voorkomen van electrostatische dubbellagen. A. Langerwerf ontwikkelde software voor de bepaling van helderheidstemperatuur, positie en polarisatie van met de WSRT waargenomen vlamuitbarstingen. J. Kaastra gaf een interpretatie van de pulsaties in microgolfuitbarstingen in termen van retardatie-effecten zoals die geacht worden op te treden bij de reconnectie van magnetische velden.

A. Achterberg (CalTech) en J. Kuijpers toonden aan dat de turbulente diffusie van hoog-energetische electronen in de zonnecorona vanuit een vlamcentrum verantwoordelijk kan zijn voor radio- en röntgen emissie zoals waargenomen op grote hoogten.

D.B. Melrose (Sydney) en J. Kuijpers lieten zien dat twee soorten zgn. turbulente remstraling (nl. die van V.N. Tsytovich en van M.Nambu) niet bestaan. Als alternatief emissieproces wordt dat van dubbele fotonenemissie voorgesteld.

De eerder vermelde reeks VLBI experimenten aan zonnevlammen werd voortgezet met een door J. Kuijpers, J. van Nieuwkoop en C. Slottje (SRZM) uitgevoerde campagne waarbij één der telescopen van de WSRT tesamen met de 25 meter radiotelescoop te Onsala werd ingeschakeld (λ=18 cm). Op de derde waarneemdag werd een sterke impulsieve zonnevlam geregistreerd. Pas na het optreden van deze gebeurtenis bleek dat tevoren opgenomen registraties aan een testbron geen 'fringes' bevatten; vanwege een zojuist verstreken weekend kwam deze informatie vertraagd binnen. De reden was een verkeerde instelling van de apparatuur. Nadat deze was gecorrigeerd traden geen zonnevlammen van betekenis meer op.

2. Stervlammen.

Van 3 tot 6 februari werd door J. Kuijpers, J.M. van der Hulst (SRZM) en S.G. Neff (SRZM) met de WSRT een aantal vlamsterren gevolgd in het kader van een campagne waarin de IUE, de VLA en enige optische observatoria betrokken waren. Het betrof de objecten HR 1099, II Peg, YZ Cmi, AD Leo, en Wolf 630. Met betrekking tot eerder gedetecteerde radiostraling van σ^2CrB gaf J. Kuijpers een discussie van het emissiemechanisme en de energiehuishouding in dit object. In september werd deze ster simultaan waargenomen met EXOSAT (A.C. Brinkman, LRO Utrecht), de WSRT (R. Harten, SRZM) en IUE (J.R.W. Heintze) tijdens het optreden van een röntgenvlam. Ook van Algol werd in een simultane campagne radiostraling (WSRT) en een röntgenvlam (EXOSAT, N.E. White) waargenomen.

3. Type I en Type III stoten.

Als uitkomst van de reeds vermelde analyse van interferometrische waarnemingen op 243 MHz van posities van stormstoten constateerde J. van Nieuwkoop systematische positieveranderingen tijdens het optreden van groepen van zulke stoten. Met T.A.Th. Spoelstra (SRZM) wordt nagegaan in hoeverre ionosferische invloeden hierbij een rol spelen.

A.D. Fokker vatte de eerder vermelde discussie van intensiteits-tijdsprofielen op met een uitbreiding naar de deca- en hectometer profielen. De stijgende tak van het profiel geeft in principe informatie over de 'omwegen' (verschillende spoedhoeken en/of onregelmatige magnetische veldlijnen) die de exciterende electronen op hun weg naar buiten volgen.

4. Quasars.

Een incidenteel onderzoekje van A.D. Fokker had betrekking op de afleiding van de ware (ruimtelijke) verdeling van de verhoudingen (componentafmeting/algehele afmeting) van dubbele quasarbronnen uit de waargenomen (geprojecteerde) verhoudingen.

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 leden van de commissie per 1 januari 1984.
Dr. R. Sancisi heeft medio 1983 Dr. W.M. Goss opgevolgd als voorzitter van de PC. De PC dankt Dr. Goss voor diens inspanningen, bijdragen en leiding gedurende de laatste 2,5 jaar. Dr. Goss gaat voor een jaar naar de VLA. Dr. P.C. van der Kruit is in augustus 1983 uit Australië teruggekeerd na een verblijf van één jaar op Mt. Stromlo en heeft zijn plaats in de PC weer ingenomen. De PC dankt Dr. R.J. Allen die Dr. van der Kruit tijdens diens afwezigheid vervangen heeft voor zijn bijdragen aan het werk van de PC.

In 1983 heeft de PC driemaal vergaderd: op 18 mei om 21 cm voorstellen te bespreken; op 7 oktober om te spreken over de te verwachten toekomstige ontwikkelingen in de sterrenkunde, met name de radiosterrenkunde, in Nederland; en op 9 november om 92 cm en 6 cm voorstellen te bespreken. De uitgebreide vergadering op 7 oktober was mede bedoeld als een inleidende discussie, vooruitlopend op een verdere bespreking met de buitenlandse adviseurs van toekomstige ontwikkelingen voor de SRT.

In 1983 werden in totaal 109 voorstellen behandeld, 11 voor 6 cm waarnemingen, 49 voor 21 cm waarnemingen, 9 voor 50 cm waarnemingen, 36 voor 92 cm warnemingen en 4 voor VLBI waarnemingen waarvan 3 op 92 cm en 1 voor VLBI van de zon op 18 cm. Vooral op 92 cm was er een veel grotere aanvraag (faktor 3-4) dan er waarneemtijd beschikbaar is in de eerste 92 cm periode. Op 21 cm is ongeveer 70% van de voorstellen voor galactisch en extragalactisch lijnwerk. Op de andere golflengtes is het merendeel der projecten continuum.

In 1983 is 2,5 maand gemeten op 50 cm, bijna 2 maanden op 6 cm, 4,5 maand op 21 cm en drie weken op 92 cm. Aanlooptijd voor het klaarmaken van de SRT voor een bepaalde golflengte is hierbij niet inbegrepen. Ook is niet inbegrepen de tijd besteed aan VLBI. VLBI metingen zijn gedaan op 18 cm in maart (11 dagen) en oktober (10 dagen), op 6 cm in juni (9 dagen) en in november (5 dagen), op 50 cm in november (7 dagen) en op 92 cm in december (4 dagen). Ook hier is aanloop- en testtijd niet meegerekend. De wetenschappelijke beoordeling voor VLBI voorstellen wordt gedaan door de Europese VLBI Programma Commissie waarin voor Nederland Dr. R.T. Schilizzi

en Dr. R.H. Sanders zitting hebben. De participatie van de SRT aan VLBI wordt steeds gestroomlijnder, zij het dat ontvangerwisseling ten behoeve van VLBI (dit geldt met name voor 18 cm waarvoor altijd één of meer cryogene frontends omgebouwd moeten worden) altijd een operationeel ingrijpende zaak zal blijven.

Grootste nieuwe ontwikkelingen in 1983 waren het operationeel worden van het DCB, het breedbandige continuum backend, en de ingebruikname van een nieuwe golflengte, 92 cm. De meest intensieve periode van testen van de digitale hardware van het DCB was van begin maart tot eind mei, afgesloten met een paar succesvolle 12 uurs metingen die de verwachte gevoeligheid hadden. Tijdens de 21 cm periode zijn voor het eerst metingen, die via de PC aangevraagd zijn, met het DCB gedaan. Behalve het voordeel van de grotere bandbreedte van 40-80 MHz (8 banden van elk 10 of 5 MHz) biedt het DCB ook de mogelijkheid om de zgn. redundante, niet standaard basislijnen altijd mee te nemen. Dit betekent dat men voor velden met sterke bronnen altijd in staat is een groot dynamisch bereik te behalen.

Dat de overinschrijving voor waarnemingen op 92 cm zo groot was is natuurlijk niet verwonderlijk. Een nieuwe golflengte biedt altijd extra mogelijkheden voor verder en ook nieuw onderzoek. Het is nog wat prematuur om het succes van de eerste 92 cm periode af te schatten, maar bij ter perse gaan van dit jaarverslag zijn er duidelijke aanwijzingen dat goede kwaliteit metingen afgeleverd kunnen worden.

Zoals gebruikelijk is er in 1983 ook een aantal aanvragen uit het buitenland gekomen; het betreft 25% van de proposals (waarvan ongeveer de helft voor projecten in samenwerking met astronomen uit Nederland) komende uit Italië (Bologna), Frankrijk (Meudon en Institut d'Astrophysique), Engeland (Royal Greenwich Observatory, Cambridge University, Jodrell Bank), Duitsland (Max Planck Institut für Radioastronomie, Universität Bonn), Verenigde Staten (University of Arizona, University of Maryland, Tufts University, Berkeley, University of Cincinnati, Naval Research Lab., NRAO), Polen (Torun), Zweden (Stockholm Observatory, Onsala) en India (Tata Institute).

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.

Before mentioning some of this year's events, I would like to place the Netherlands Foundation for Radio Astronomy in a historical context. We are living early in 1984. This is about 35 years after the founding of the NFRA, 28 years after the dedication of the Dwingeloo 25 m telescope, 14 years after the dedication of the 1.5 km Westerbork Synthesis Radio Telescope, consisting of twelve 25 m dishes, 4 years after the extension of the WSRT to 3 km and 14 dishes, 0 years after the successful IRAS infrared space mission and 3 years before the 4.2 m optical telescope on La Palma will be used by British and Dutch astronomers.

The NFRA has over the years built up a good reputation. It is not, however, self evident that this reputation can necessarily be maintained. Many scientific institutes have experienced that the mobility of their personnel has come to a complete standstill due to the stagnation in available funds, thereby producing an increase in the average age of about one year per year. Although the NFRA has experienced this as well, the often associated loss of flexibility has fortunately not occurred, mainly because of a continued acceptance of new challenges posed by the science and a continued increase in technical possibilities.

Westerbork.

Even ten years ago and more we were aware that the WSRT would, in several important respects, be surpassed by the VLA. The NFRA's reaction has been one of intensive cooperation and exchange with the VLA on the one hand, and an improvement of the strong points of the WSRT on the other, including in particular its long wavelength capabilities (a 92 cm receiver became operational at the end of 1983) and its dynamic range (the capacity to detect weak sources in the neighborhood of strong ones). Due to these and other enhancements, we foresee a future of at least ten more years of frontier scientific research with the WSRT.

Dwingeloo.

Dwingeloo is the home base of the majority of the Foundation's personnel; the original 25 m telescope is situated here as well. This almost 30 year old telescope, in size certainly not one of the top twenty in the world, still plays a prominent scientific rôle. Here too, enhancement of its strong points is the main reason for this. Most observing programs are long-term surveys requiring a high and uniform sensitivity over large parts of the sky. In 1983 it was decided to continue this work, albeit in the face of financial pressures with minimal day-to-day technical support.

IRAS.

The Foundation was not directly involved in this national satellite project. However, the data analysis expertise of the NFRA has been very valuable to the project, with one of its staff having spent much of his time over the last few years on it. For the NFRA this has meant a wealth of experience and many new contacts.

The La Palma and millimeter telescopes.

Several years ago at the instigation of the Dutch astronomical community, our sponsor ZWO signed, a protocol with its British counterpart the SERC for a 20 percent Dutch share in an optical observatory on La Palma in the Canary Islands, and in a 15 m millimeter telescope to be built on Mauna Kea, Hawaii. This cooperation in which the NFRA takes a lion's share of the Dutch contribution has created new and stimulating tasks. It has become clear that the Foundation has been able to cope both quantitatively and qualitatively with these new assignments. The big challenge for the immediate future, as has also been stressed by our Foreign Advisors, is to maintain and, if possible, improve the quality of the WSRT, in addition to carrying this added workload.

The above gives a broad view of the status and expectations of the NFRA. Details can be found in the remainder of this report.

Some of the more important organizational changes in 1983 were:

- Dr. Ir. K. Teer left the Board on January 1, 1983.
- Dr. R. Sancisi replaced Dr. W.M. Goss as chairman of the Program Committee per September 1, 1983.
- Our Foreign Advisors visited Dwingeloo and Westerbork on 25-27 October, 1983, discussed the future of the NFRA, and provided valuable advice.
- The NFRA was given a very positive evaluation by a management consulting firm on behalf of the Ministry of Education and Science.

- Dr. W.N. Brouw was appointed as chairman of the Directorate for a third year, until September 1, 1985.
- The solar observations in Dwingeloo stopped on January 1, 1984 which meant the closing down of three small telescopes. The scientific program envisaged when this work started has been completed.

4.2.1. Westerbork Telescope Group.

The amount of successful observations turned out to be at the same level as last year. The testing and breaking in of the new digital continuum broadband backend (DCB) has claimed time, and this can be observed from the statistics: less time has been spent on calibration to allow more time for development.

After improvements of the cryogenically cooled frontends following last years problems, we experienced a very good observing period with these frontends this summer.

New observing bands became available this year: 18 cm as an additional possibility on the 5 cryogenic frontends, especially meant for VLBI; and a new series of 92 cm frontends were put on the telescopes in December 1983 for the first time for testing.

The increased number of facilities and possibilities on the SRT (digital line receiver, digital continuum receiver, 5 wavelengths, VLBI Mark II and/or Mark III) makes very careful planning necessary to obtain efficiency. Some changes are easy, but some others are very expensive in terms of observing time lost.

Due to wear and tear a measurable backlash can be observed in the gears of some of the telescopes. Together with a replacement of the telescope drive systems this has to be repaired in the coming years.

Tables I A,B,C (see section 2.1) show the 1983 telescope scheduling.

Table II in the same section gives the telescope usage as a percentage of total time.

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

4.2.2. Telescope Group Dwingeloo.

Some 12 observational projects have been run successfully with the helium cooled FET-amplifier receivers on 21 cm and 18 cm wavelength. These receivers proved to be stable and reliable. The telescopes and receiver equipment performed satisfactorily.

Two major decisions were taken concerning the telescope operations. First, it was decided in accordance with the Utrecht Astronomical Institute, to discontinue the solar observations with dedicated instruments. This puts an end to 15 years of radio flare

observations, a period in which many new phenomena have been discovered and much has been learned about plasma physical processes, values of magnetic field strengths, and temperatures and plasma densities in the source areas of solar radio flares.

Further, in view of the growing pressure on budget and manpower, it was decided to reduce the effort in supporting observations with the 25 m telescope to mere maintenance of equipment and regular performance checks. The workload of scheduling, calibrating and observing of projects and the data reduction is shifted to the astronomers. They have been provided with the appropriate software. At the same time this will give astronomers an opportunity to gain hands-on experience with observations with a computer controlled telescope with state of the art receivers. The decision to continue to support observations with the 25 m telescope was taken after checking with astronomers for the need for such a telescope. Projects could be foreseen taking at least 4 years of telescope time.

4.2.3. Computer Group.

A 120-Mbyte disk unit has been added to the WSRT control and data acquisition computers. Apart from some terminals, no hardware was bought for the Dwingeloo computers. Replacement of the PDP11/-70 in Dwingeloo by a VAX 11/750 processor is planned for March 1984.

In the current WSRT on-line software many modifications have been made that are important for maintainability and future development. Carrying out the FFT every 10 seconds rather than once every integration time enabled us to incorporate a software ninety-degree phase switch, thus reducing the presence of 'ghost' sources in line observations by a substantial factor. Most changes in the WSRT software are related to our breaking in a new Digital Continuum Backend (DCB) with eight IF-bands of 10 MHz width. The data organisation had to be revised drastically because of the use of 'redundant' interferometers (two fixed or two movable telescopes), in addition to the standard fixed-movable interferometers, is now standard practice. A modification of the output tape format was also required. Some minor changes were made to accommodate the new 327 MHz observations.

Standardization of formats of monitor and observed data has helped enormously in the ease with which observed trends can be correlated with instrumental trends and in the development of automatic data checking procedures.

The Dwingeloo telescope software saw virtually no new development. Consolidation and documentation of the existing programs are intended to enable us to run the telescope with very little support.

The software for standard reduction of the WSRT data was changed and reorganized to accomodate the DCB observations with

their new tape format. Also the changeover from the PDP11 to the VAX has been started.

The standard reduction of WSRT data was carried out promptly most of the time. Some new but not insurmountable problems appeared in the calibration of the 327 MHz observations.

Using WSRT 50 cm observations the study of medium scale travelling ionospheric disturbances was continued in cooperation with the Dutch Meteorological Service (KNMI).

The package, which processes observations in 'redundancy' mode and applies self-calibration to these and other WSRT observations, underwent very little change this year. It was used very intensively, though. The entire software package is being moved from the PDP11 to the VAX and incorporated into the DWARF system. Telescope amplitude and phase corrections can now also be derived from the redundant information in Westerbork. If the experiment of determining these corrections off-line is successful, a real-time correction is contemplated.

Our general data analysis system DWARF matured considerably this year. Currently, our main worry is the lack of manpower to augment the basic DWARF structure with the necessary astronomical application programs. This lack of manpower is largely due to our obligations towards the La Palma and Mauna Kea observatories.

Within the framework of the cooperation with our British colleagues, members of the computer group are involved in three projects. One of us is spending two years at RGO developing software for the Taurus spectrograph. This software is being incorporated in the ADAM control system running on the Perkin Elmer 3220.

A development study for remote observing with the La Palma telescopes was carried out together with Neil Parker from RGO. A report to the UK/NL Joint Steering Committee, which recommended that remote observing should be approached in a pragmatic fashion, concluded our involvment for the time being.

A design was made for a data transport, archiving and data base system for the La Palma (and possibly also the Mauna Kea) telescopes. Development of the necessary software will be carried out in Dwingeloo. This is a large project, taking approximately eight or nine man-years.

One of us devoted more than one third of his time this year to IRAS. The processing of the data from the Low Resolution Spectrometer, which is part of the IRAS survey instrument, is his responsibility. The software for this project was developed and maintained on the Leiden University Amdahl computer. The processing is carried out on an IBM 3032 at JPL.

The distribution of the available manpower over projects and activities is summarized in section 2.3.11.

4.2.4. Laboratory and Central Technical Services.

4.2.4.1. SRT-related work.

The UK/NL cooperation has slowly begun to absorb a large share of the efforts of the Laboratory and Central Technical Services. This trend will escalate further in 1984 as a result of new committments. In 1983, however, the main effort was still directed towards the SRT.

The first highlight was the completion of the Digital Continuum Backend (DCB) in the middle of 1983. This new receiver was installed at the beginning of the year and after a rather short debugging period put in use in a number of 12h observations at 6 cm wavelength and 60 MHz bandwidth. A 6 cm map obtained under these conditions is shown in Fig. 2.4.1.

The main problems encountered were related to the analog total power readout which turned out to be heavily contaminated by digital signals. A modification was tested in the fall and will be implemented in the course of January 1984. The backend was also used for a few 21 cm observations after some modifications to the frontends had been made to make them compatible with the new equalizer system.

These measurements were done with reduced bandwidth (10 MHz), since the 21 cm frontend receivers (uncooled) have not yet been modified for broadband operation. This project was started in the fall, however, and will be completed before the summer of 1984.

A second highlight concerns the new frontend series at 327 MHz which was completed in November and installed on the telescope for a 3 to 4 months long observation period on the 1st of December. The system temperature of the system is about 200 K while the receiver itself accounts for 120 K. The receiver system behaves very well except for stability problems with the noise source calibration.

Counting this new receiver, the SRT can now be used at four wavelengths: 6 cm, 21 cm, 50 cm and 92 cm. Since early 1983, five (cryogenic) frontend receivers have been available at 18 cm wavelength. This option was made possible after the cooled 21 cm upconverters in the 21 cm cryogenic frontends had been replaced by wide band cooled FET amplifiers. Since the 21 cm input launcher is not wide-band enough to accommodate both 21 and 18 cm, the latter option makes use of a separate feed-launcher system which, for the sake of convenience, is not cooled. The system temperature at 18 cm could nevertheless be kept as low as 55 K.

One purpose of the modifications of the cryogenic receivers was to improve their reliability and stability. This operation was a great success as the receivers thereafter behaved extremely well. The penalty seems to be a slight increase in the system temperature to 33 K although some investigation is presently being conducted to understand this anomaly.

The modifications to the Digital Line Backend (DLB) to increase the number of channels for narrow bandwidths by using the recirculation buffer scheme could not be completed in 1983. The main problem is a shortage of manpower. Only the 12 Mbit output buffer and the control logic was ready before the end of 1983. However, a large portion of the 67 Mbit input buffer is already produced so that the new receiver, which has been renamed the DXB, will be ready for testing before the summer of 1984.

Although our VLBI Mark III terminal has been with us for some time it could not be used together with the SRT, because of a lack of an adequate interface. The first item required is the DCB itself, which provides the wideband signals with proper delay. From there on an interface has to be built which accepts these digital signals, adds them up to form a tied array output, and feeds them into the terminal. This interface also needs to perform, prior to the addition phase, another important operation: the residual fringes need to be stopped. The complexity of the operation resides almost exclusively in the quantity of channels involved with the SRT and the DCB (where 8 independent bands have to be considered). The DCB yields in total some 896 outputs including polarization. Shortage of manpower has delayed the completion of the project to until the beginning of 1985.

At the beginning of 1983, NFRA accepted the proposal to purchase from Oscilloquartz the physics package of an existing hydrogen maser. The maser, as agreed in the contract, has been completely refurbished and modernized, with the laboratory providing some assistance. In November 1983 the package was tested in the laboratory at Oscilloquartz and accepted. The electronics package is being built by NFRA. The whole system is due for installation in Westerbork in spring 1984.

4.2.4.2. UK/NL collaboration.

One project that involves the Lab/CTD is the UKIRT common user receiver. NFRA is building the frontend and the local oscillator system. In Fig. 2.4.2. we show the cryostat, which makes use of a CTI-1020 closed cycle refrigerator to cool two radiation shields of the helium dewar. These shields are connected to the 20 K and the 70 K stations of the refrigerator, respectively. The two receivers, one a 690 GHz bolometer and another a 350 GHz mixer, are also shown in the figure.

A considerable amount of time has been devoted in 1983 to "learning the trade". In particular, the machining of small items has used a large fraction of time in our workshop. In Fig. 2.4.3. we show an example of a coaxial structure at millimeter wavelength which now can be routinely machined. The technique of electroforming has also been learned and led to the realization of a number of "millimeter" horns and similar structures.

The local oscillator system based on a 360 GHz carcinotron and the intermediate frequency system were ready for test at the end of 1983. Problems with the purchased carcinotron have delayed the mixer and doubler tests.

The involvement of NFRA with the Millimeter Telescope (MT) project concerns in the first place the research effort towards the design of receivers. At the beginning of 1983 the laboratory accepted the contracts for the following work packages:

- design of cryogenic mixers for 350 GHz and 480 GHz.
- design of a frequency doubler for 700 GHz output frequency.
- study of the possibilities for heterodyne multibeam receivers.
- design and construction of cooled FET amplifiers for 1.5 GHz and 4 GHz.
- study of the possibilities for digital correlators with 1 GHz bandwidth.

Some assistance with the design of the telescope itself has also been provided, in particular with the study of the receiver system and the thermal analysis of the telescope-enclosure system. For the latter item more than 40 hours CPU time on the VAX 11/780 has been invested. The calculations have yielded, for a more detailed thermal model including the receiver cabin the temperature distribution at key nodes. These numbers fed in the deformation analysis program have led to several conclusions relevant to the design.

Beginning in 1983 the laboratory also became involved with work for the optical telescope at La Palma. This work concerns a new controller system for CCD's for the 4.2m William Herschell telescope. In early October the first phase of the project was concluded with the production of a written proposal. After extensive discussion with RGO colleagues, which led to several modifications, the proposal was accepted.

The controller will consist of modules of one or more Euroboards. The digital section uses a G64 microcontroller with the 6809 microprocessor. The control is performed in FORTH while data exchange to the host computer takes place via a GPIB bus.

A. Doorduin stayed at RGO until the summer of 1983 where he was involved with the design of the control system for the 2.5 m telescope auto-platechanger. At RAL, J. Dekker helped with the mechanical design for the MT secondary mirror. In mid-1983, J. Buiter, an electronic technician was relieved at LPO by Y.J. Koopman. Both technicians have been helping with the installation of the infrastructure for the telescopes on the island.

Outside the UK/NL scope we must also mention the assistance given by NFRA in the person of R.J.H. van 't Land with the construction and the installation of the drive system for the Dutch light collector at La Silla (Chile).

4.2.5. Astronomy Group.

The composition of the group remained the same throughout the year. Its members are J.S. Albinson, A.G. de Bruyn, R.J. Hanisch, S.G. Neff, R.T. Schilizzi and R.G. Strom. Hanisch took a 6 month leave of absence to work at the University of Maryland to work on Clark Lake radio data.

The research projects done by the Astronomy Group and several other staff members are reported on in section 4.3.1. This section deals with the remaining activities of the group and related activities of members of other groups in the NFRA. Among these are the liaison function between NFRA and the Dutch university astronomers, and the various service tasks.

Most members of the astronomy group make regular visits to the astronomical institutes in Leiden and Groningen where they report on developments in Dwingeloo/Westerbork and work on collaborative research projects with university astronomers. De Bruyn, Schilizzi and Strom all continued the partial supervision of four Ph.D. student projects in Leiden. A pleasing development is the coming to Dwingeloo of many Dutch and foreign astronomers, often for short but occasionally for longer periods of time. Dr. W.C. Erickson (University of Maryland) and Dr. H.V. Cane (GSFC) spent nearly four months in Dwingeloo working on a variety of projects.

The service tasks of the astronomers cover a wide range of activities. Albinson continued supervising the production and distribution of NFRA preprints; 23 were produced this year. He also compiled the "Hitchhiker's Guide to the Astronomical Programs in Dwingeloo" which is intended primary for visitors. Work related to the WSRT was done by De Bruyn and Strom. Discussions on astronomical aspects of the new digital continuum backend (DCB) and the 327 MHz system continued throughout the year. They reduced the first test results done with the new backend and analyzed the first 327 MHz results. They also remained involved with testing and trouble-shooting redundancy software, as well as assisting visiting astronomers in how to use it.

Schilizzi and Neff were involved with many aspects of VLBI operations at Westerbork. The scheduling and preparation of EVN runs at Westerbork was shared equally between them. They both worked on the implementation of VLBI software packages, imported from abroad, on the VAX 11/780 computer.

Schilizzi spent an increasing fraction of his time on matters dealing with QUASAT, the ESA-NASA satellite VLBI project under study. He and Prof. Dr. B.F. Burke (MIT) were made co-chairmen of the organization committee for the June 1984 QUASAT workshop in Austria. Schilizzi was elected chairman of the EVN Program Committee in June; until then he had held the post of secretary.

Hanisch was responsible for the maintenance of AIPS on the VAX computer and for the software related to the x-y plate measuring machine.

De Bruyn is organizing an inter-university course on high energy astrophysics of radio sources to be given in the spring of 1984 on a bi-weekly schedule. Several astronomers from Dwingeloo will lecture in the series.

De Bruyn became a member of the Dutch UK/NL Steering Committee (Stuurgroep UK/NL) in connection with his membership in PATT.

Schilizzi is a member of the Astronomy Working Group of ESA. Spoelstra became secretary of the Dutch Astronomical Society.

Raimond, finally, spend many months of this year at JPL, Pasadena, to work on the LRS-data flow from IRAS.

4.2.6. Administration.

The administration department, in addition to their usual tasks, has been involved with the organization of the meeting with the foreign advisers of the Foundation, with an investigation of organizational advisers to promote the efficiency of scientific research, and with an energy saving project at the Dwingeloo observatory.

For each personnel member a review of his function and a work evaluation was started in the last quarter of the year.

Quite some attention was paid to sending personnel abroad in the UK/NL cooperation.

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.

One of the traditional duties of the Foundation is furnishing information about astronomy 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.

Most of the astronomical research within the Foundation is done by the six members of the Astronomy Group (J.S. Albinson, A.G. de Bruyn, R.J. Hanisch, S.G. Neff, R.T. Schilizzi and R.G. Strom) and C. Slottje, all of which are based at Dwingeloo, and by J.M. van der Hulst, the telescope astronomer based at Westerbork. In addition, several other staff members occasionally are involved in research projects. Although the research covers both line and continuum (aperture synthesis and VLBI) studies of galactic and extragalactic objects, the emphasis is on extragalactic radio continuum work. A small amount of research involves observations in other wavebands (optical, sub-mm, X-ray (EXOSAT) and infrared (IRAS)).

Illustrations referred to 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 major part of the solar research was based on data obtained during the Solar Maximum Year. With colleagues from Arcetri, Torino (Italy) and Toyokawa (Japan), Slottje analyzed the structure of an active region by combining radio maps (WSRT) with UV and soft X-ray data (SMM satellite) and optical maps (Big Bear Observatory, Sacramento Peak, Meudon). One of the results is that above the large spot with a photospheric field strength of some 3000 G, the 900 G level is below 3000 km and coronal temperatures and densities reach down to at least that level.
Both quiet active regions and flares were analyzed using a combination of observations at a variety of wavelengths.

Slottje worked with J. Kaastra (Utrecht) and colleagues at the Ondrejov (Czechoslovakia) and Debrecen (Hungary) observatories. High time resolution radio maps at 6 cm wavelength (WSRT) were combined with radio spectra and single frequency recordings (Dwingeloo and Ondrejov) as well as Hα maps (Debrecen), X-ray data (Prognoz-8 satellite) and magnetograms (Meudon). A complete history of the development of a 2-ribbon flare, belonging to the class of the most energetic flares, could be followed and documented. A number of earlier results about such flares were verified and refined and some new results were obtained. Some topics of interest were the triggering of the flare by a distant small flare, the process of decreasing magnetic shear during the disruption of the flaring filament, the process of particle acceleration, both upwards and downwards, the size of the radio and hard X-ray spikes, and the generation and onset of a shock wave that developed into an interplanetary shock.

The long standing project of observations with high time resolution of radio flare spectra, carried out at Dwingeloo, was completed by Slottje. This project was part of a 15 year (1.5 solar cycle) survey of fast spectral fine structures of solar flares between wavelengths of 200 and 30 cm, which has revealed many previously unknown phenomena. This resulted in new knowledge about physical processes in plasmas such as wave-wave and wave-particle interactions, magnetic field values and structures in the lower solar corona.

4.3.1.3. Galactic Research.

Together with P.E. Angerhofer (U.S. Naval Observatory) and J.R. Dickel (University of Illinois), R.G. Strom finished the reduction and interpretation of VLA observations of the unusual

supernova remnant (SNR) CTB 80. The source consists of several arc-like features which appear to emanate from a compact component near the geometrical center. The compact component is unusual in that it has an extremely flat radio spectrum, shows little shell structure and is polarized. It thus has some of the hallmarks of a Crab Nebula-like SNR. The VLA study was directed at getting a detailed 6 cm map of this component.

Because the observations were done before completion of the VLA, considerable data processing was necessary to obtain a suitable map. The radio emission shows several notable features: a roughly elliptical plateau of emission with some suggestion of limb brightening along the southern and western edges, and a relatively compact peak near the south western "corner" of the plateau. This latter feature probably coincides with a prominent peak in the X-ray emission from the object, and as such may indicate the presence of a compact (stellar?) remnant. Combining their data with information from earlier research, Strom, Angerhofer and Dickel have also derived a model of the magnetic field and suggest that extended X-ray emission from the object may be thermal, emanating from hot gas whose density is also sufficient to depolarize the radio emission by the Faraday effect. New VLA observations to be made next year should help to further refine models of the component.

In a related research effort, Strom, together with W.P. Blair (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) has compared optical images obtained in 1981 and 1983 of the central component of CTB 80. Plates taken in the spectral region near 6560 A (Hα and [NII]) show much nebulosity filling the entire radio region (Fig.3.1.1.). By comparing a deep McGraw-Hill plate with the red image from the Palomar Sky Survey, evidence has been found for motion in one filament near the central radio peak as well as around the periphery. This is consistent with expansion of the entire central region and perhaps unusual activity near the interior filament. The latter might be excited by whatever produces the small scale radio and X-ray emission peak. The motion derived for the periphery is consistent with an origin for the entire component in the fifteenth century, strengthening the possible association of CTB80 with a "guest star" observed in China in 1408.

Strom, J.E. Noordam, W.M. Goss (Kapteyn Laboratory) and A.G. de Bruyn have reduced a redundancy observation of Cas A made at 50 cm. The primary goal of the project is to search for, or establish good limits to, radio emission from an X-ray halo which was found to surround Cas A by the Einstein Observatory. Thus far, a map has been produced with a dynamic range of about 30 dB close to Cas A. This shows weak emission extending somewhat further than found in previous radio observations, although it is much less extensive than the X-ray halo. Attempts to improve the map are hampered by weak sidelobe-like features around Cas A which appear to be introduced by the CLEAN process. Until this can be overcome, and the data appear to be otherwise of sufficiently high quality that

improved maps should be possible, the limits to halo emission are a bit too high to be really interesting.

Strom has also worked with R. Braun (Leiden) on a number of very large SNR's. These projects are discussed in the Leiden contribution.

E. Raimond has been heavily involved in the IRAS project this year, particularly the Low Resolution Spectrometer (LRS). After the end of the working life of the satellite the formidable task of reducing the data to its final form begins!

In a continuing study of SS433, R.T. Schilizzi, J.D. Romney (MPIfR, Bonn) and R.E. Spencer (Jodrell Bank) reduced six epochs of European VLBI data on this object, taken in December 1982. They found clear evidence of proper motion of the ejected blobs (Fig. 3.1.2.). The creation date of these blobs could be traced back to flares in the total flux density. There is some evidence that flatter spectrum flares produce blobs that are more compact and longer lived. The observed one-sidedness of emission, in this observing session, could be due to different conditions in the interstellar medium on opposite sides of the core. This work is described in detail in the Proceedings of IAU Symposium 110 on VLBI and compact radio sources.

In collaboration with V.A. Hughes (Queens Univ., Canada) and C.Costain (Penticton, Canada), R.H. Harten completed a multi-telescope study of the supernova remnant CTB 109. Data from Westerbork (21 and 50 cm), Penticton (DRAO) (21 cm) and Algonquin Radio Observatory (4.6 cm) were combined in a study of both the large and fine scale structure of the object. A comparison with the X-ray emission shows a general agreement on the large scale but little agreement on the finer scale. No radio component for the X-ray pulsar was found. The spectral index appears to be quite uniform over the entire object and is $\alpha=0.45$ where $S \propto \nu^{-\alpha}$.

In collaboration with G. White (QMC, London), Harten continued a study of high velocity bipolar molecular flows in young HII regions. The observations from 1982 were reduced and the higher CO transitions (2-1, 3-2) seem to indicate that the CO flows may be significantly denser than had been previously suspected. Using radiative transfer models and observations of several CO transitions allows one to obtain a better estimate of the physical conditions in these flows.

New sub-millimeter observations using UKIRT were made during August and September of this year. A large fraction of this time was used mapping HII regions in the CO (4-3) transition at 430 GHz. During a study of the SO line in Orion (along with G. Watt) they also detected a previously undetected line of acedaline. The analysis of this new data is currently underway.

J.S. Albinson, with P.M.W. Kalberla (Univ. of Bonn), W.M. Goss and U.J. Schwarz (Kapteyn Laboratory, Groningen), have continued processing observations of 3C10 (Tycho's SNR) in the 21 cm HI line. Maps of absorption in the Perseus spiral arm (Figure 3.1.3.) have been obtained; the striking feature is the limited

coverage of absorbing material over the face of the remnant and its filamentary nature. The optical depth is very high, in one place it is greater than 3.5, the cutoff imposed in the calculation. Elimination of the sidelobes of the synthesized beam by a CLEAN procedure revealed HI emission close to 3C10. This is one of the largest databases, in terms of numbers of maps, ever taken by the WSRT.

Albinson and J.D. Bregman, with T. Troland (Univ. of Kentucky), Goss and Schwarz continued processing of the observations of the Zeeman effect in the HI 21 cm absorption line towards Cas A. Maps of the magnetic field have been made (Figure 3.1.4.). These have greatly superior velocity and spatial resolution, and a better signal to noise ratio, than the previous observations (Annual Report 1980). The method of analysis involved fitting the derivative of the I profile to the V profile in a local sense, channel by channel at each grid point, rather than assuming that the magnetic field was constant over a range of channels at any given grid point. The maps show that the distribution of the B field is complex, without apparent correlation with the optical depth in HI. A paper is in preparation on this topic.

As part of a search for fast pulsar candidates, Albinson, A.Purvis (Univ. of Cambridge, Univ. of Durham) and Goss have observed 24 sources from the 4C and other catalogues at 50 cm wavelength. The object was to search for highly linearly polarized sources and determine then positions of some to high accuracy. Of these 24 sources 8 showed polarization between 1% and 7%. All are probably background radio galaxies. An extensive survey, with M. Stevens, C. Heiles and D. Backer (Berkeley), is planned at 92 cm wavelength to extend this search.

In collaboration with M. Birkinshaw (Univ. of Cambridge) Albinson continued processing of 21 cm HI observations of the Herbig-Haro objects HH 7-11. After heavy smoothing HI was detected at the position of the objects at both positive and negative radial velocities. The main body of the positive velocity emission ($\approx$+12km/s LSR) has a brightness temperature ~5 K and bears a strong morphological resemblance to the integrated CO emission map by Snell and Edwards (Ap.J. 251, 103, 1981). Outlying HI, at more positive velocity still (about +20km/s), has the appearance of a partial ring around the central body of HI/CO emission. The negative velocity emission, at $\approx$-40km/s (LSR), is an unresolved, faint blob, with a brightness temperature ~2.5 K. It has no significant structure in velocity. A theoretical explanation for the morphology of the positive velocity HI emission is being sought.

T.A.Th. Spoelstra and S.R. Pottasch (Kapteyn Laboratory, Groningen) continued the analysis of WSRT observations at 6, 21 and 50 cm of the remarkable Nova Aquilae 1982. Preliminary model computations indicate that it had expansion velocities of at least 10^4 km/s.

Spoelstra and W. Hermsen (Leiden) analysed WSRT 21 cm observations made in the years 1980-1982 of the area towards the γ-ray source 2CG195+4 (Geminga). They detected 15 sources in its error region with fluxes between ~4 and ~50 mJy. Three sources, one of them a quasar, are found to be significantly variable. The quasar and another source exhibit a flat radio spectrum. The last source (which is probably not variable) and the variable sources are candidate radio counterparts for the γ-ray source and are among the other sources in the field being studied further.

J. Kuijpers (Utrecht) and J.M. van der Hulst observed three flare stars with the WSRT. One star, σ2CrB, which is part of a RS CVn binary system, was detected as a 9.3 mJy radio source. The radio emission cannot be explained as free-free emission from a hot circumstellar gas or a cooler stellar wind. Also, gyro-synchrotron radiation from the hot X-ray emitting gas in this system can be excluded. A possibility is that the radio emission is synchrotron emission from the electrons in the high energy tail of the X-ray electron component.

4.3.1.4. Extragalactic research.

Active galactic nuclei, quasars, Seyfert galaxies.

Research into various aspects of active galactic nuclei continues to be the primary focus of astronomers in the Foundation. De Bruyn and P.N. Wilkinson (Jodrell Bank) completed the analysis of 18 cm European VLBI Network (EVN) observations of the brightest radio source in M82. It was found to consist of two components. They have found that, contrary to previous statements, interstellar scattering does not affect the structure of this source. The variability exhibited by this source must originate in the extended 25 milli-arcsec component rather than in the core, which is smaller than a few milli-arcsec. Although it is still not possible to discriminate between the active nucleus and supernova remnant hypotheses for its origin, all evidence taken together now favours a two-component supernova remnant of the type recently proposed by Reynolds and Chevalier. The central component is then envisaged as a very bright plerion in an early stage of its formation.

Following up on their work on the superluminal radio sources described in the 1982 report, de Bruyn and Schilizzi observed 14 sources with active radio cores at 6 cm in the redundancy configuration. The sample contains BL Lac-type objects, low frequency radio variables and optically violently variable radio sources. They find that at a level of 0.1% or less of the core flux density all sources contain extended diffuse emission, although in a few sources (W Coma=1219+28, 1358+62) the diffuse emission is only revealed in smoothed radio maps. Apparently nature does not produce naked radio cores. Further 21 cm observations of the superluminal radio galaxy 3C120 have shown

this source to be much larger than previously thought. Its extent is at least 7' and possibly even 15' (Fig. 3.1.5.). The extended structures in this object are found to cover a range of position angles, lending further support to the picture of a precessing or wobbling ejection axis.

The newly completed broadband digital continuum backend was inaugurated with 6 cm observations of 3C273 which were reduced by de Bruyn. They verify that this source is a unique one-sided core-jet radio source. Limits on emission from a counter-jet, or diffuse lobe surrounding the main jet, have now been set at less than 1 part in 1000 relative to the main radio jet or 1 part in 5000 relative to the core (at 6 cm).

P.D. Barthel, G.K. Miley (Leiden) and Schilizzi have continued work on a series of VLBI and VLA measurements on a sample of extended quasars under study by Barthel for his thesis. One interesting result is the discovery of two-sided emission on the 10 pc scale in the core of 4C34.47 (1712+343), an extended quasar. In this and in the cores of a two other quasars with large scale radio emission, no superluminal motion could be detected from observations spaced a year apart.

G.J. de Waard (Leiden), Miley and Schilizzi began work on a sample of radio sources with active nuclei for which optical spectroscopic information indicated some peculiarity in their spectra. Transatlantic VLBI observations have revealed a possible correlation between the presence of Fe II lines in the optical spectra and resolution on the milli-arcsec scale in the radio domain. A monitoring program has been established to investigate this further.

In a continuing study of 3CR compact steep spectrum sources, C. and R. Fanti (Bologna), P. Parma (Bologna), W. van Breugel (Steward Observatory) and Schilizzi have mapped another 3 objects in their sample of 19 using the EVN at 18 cm (see Fig. 3.1.6. for an example). A wide variety of structure on angular scales from 20 to 4000 milli-arcsec has been discovered in the 10 objects mapped so far (double, core-jet, complex), which may indicate the range of galactic environments in which these radio sources are located. The sample has been redefined to include those 3CR sources < 10 kpc in overall extent with $P_{178}>10^{26}$W Hz^{-1} and a steep spectrum. There are now 25 sources in all; further 18 cm observations are in progress and 6 cm observations are planned to locate the core components.

Schilizzi carried out an analysis of 8-station VLBI data on the small-scale structure in the steep spectrum nucleus of the extended radio galaxy 3C236. A fascinating curved jet is seen leaving the core component in the southwest direction; at about 100 pc from the core the jet passes through a transverse shock-like structure and then continues on for some distance before disappearing in the noise. MERLIN data is being added to the data set to help improve the fit to the large scale (200 milli-arcsec) structure. This work is in collaboration with P.N. Wilkinson

(Jodrell Bank), G.K. Miley (Leiden), P.D. Barthel (Leiden), and T.J. Cornwell (NRAO).

Strom and P. Biermann (MPIfR, Bonn) have observed a number of extremely compact, flat spectrum sources with the WSRT in the redundancy mode. Most of the sources are associated with BL Lac objects and were found to be X-ray emitters by the Einstein Observatory. Thus far, the most striking aspect of these sources is the presence of faint secondary components close to the compact one. Both double and single (one-sided) secondary lobes have been found at a level of 1% or less of the intensity of the main component. It thus seems that extended, steep spectrum radio components are quite frequently associated with these otherwise rather unusual sources, although they constitute a very small fraction of the total emission.

Neff and de Bruyn published their 21 cm VLBI work on Markarian 348 (NGC262) showing that this type 2 Seyfert galaxy appears to be powered by outflow of radio emitting plasma from a compact, inverted spectrum core. Flux monitoring of this source has continued at 6 and 21 cm with the WSRT and shows that it is undergoing an outburst at 6 cm. This outburst has not yet appeared at 21 cm which is very unusual. The VLBI data did not allow one to determine which of three colinear components was the core (see 1982 Annual report, Fig. 3.1.8.). However, 6 cm MERLIN observations done over the last 1.5 years with S. Unger and A. Pedlar (Jodrell Bank) indicate that the central component is variable and has an inverted spectrum. It is therefore identified with the core. Higher resolution observations of this galaxy with higher dynamic range should provide further information on this low-power counterpart to quasar and radio-galaxy jets. Neff and de Bruyn hope to obtain such results with a twelve station transatlantic experiment carried out in December.

Neff and de Bruyn also mapped Mkn 3, 231, and 463 at 18 cm with the EVN. Mkn 231 is a peculiar type 1 Seyfert. The EVN observations indicate that the radio source is partially resolved by the EVN, is fairly linear along position angle ~8°, and has a size of about 40 milli-arcsec (~40 pc). The position angle is roughly the same as that of an extended (60 kpc) radio halo found earlier by de Bruyn and Wilson as well as that of a cloud of optical line emitting gas, although it is much smaller than either of these. Higher resolution VLBI observations carried out by Neff in December 1983 may help to clarify the relation between the different regimes. Mkn 3 and 463 are both type 2 Seyferts. Preliminary results indicate that the core of Mkn 463 is ~60 pc in size and is elongated along position angle ~170°. Mkn 3 is a 1 arcsecond double radio source with no known radio core. Radio emission was detected from both components, presumably from hot spots in lobes.

In further high resolution observations, Neff obtained 18 cm Mk II snapshot observations of NGC 1068, detecting a core source at a level of ~90 mJy. An 18 cm Mk III survey of Seyferts, with de

Bruyn, J. Ulvestad (NRAO) and K. Johnston (NRL) confirmed 3 previous tentative detections and found one new compact Seyfert core.

Neff has continued to study the extremely bent and distorted radio morphologies associated with some radio quasars. A model of the very distorted jet in 3C418 has been attempted together with J. Benson (NRAO), T. Muxlow, and M. Julian (Jodrell Bank). It has been possible to reproduce the large-scale (>1 arcsec) morphology with precessing (and/or buoyant) relativistic jets. In all cases, the jet must be fairly relativistic ($\beta \gtrsim 0.5$) and the precession opening angle must be allowed to change with time. The sub-arcsecond structure is more difficult to reproduce, and may require more sophisticated types of models. Buoyant models for the jet seem to require a hot, dense atmosphere near the center of the quasar ($n_H \sim 10^6$ cm^{-3}, T~10^6 K, R~1 kpc); such an atmosphere is consistent with the observed X-ray flux of the quasar.

Neff has also spent some time studying two other quasars that have distorted radio sources. MERLIN observations of 1222+216 show the existence of a nearly continuous jet bending through ~170°. Preliminary models of this jet (with J. Hutchings, DAO) indicate that the precession opening angle must be allowed to increase with time and the ejection must be fairly relativistic. MERLIN and VLBI observations of the quasar 2223+210 show that the source position angle changes through about 90°, however a continuous jet has not been seen. Neff has obtained 6 cm global VLBI observations of these quasars in order to see if the curvature is continuous all the way into the core; reduction of this data is in progress.

In cooperation with Gopal-Krishna and A. Patnaik (Bangalore, India), Spoelstra used the WSRT at 21 cm to measure the flux densities of 17 radio sources whose spectra are steep at higher radio 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.

De Bruyn and van Groningen (Leiden) continued their analysis of high resolution optical spectra of 12 type 1 Seyfert nuclei. In most of these objects there is clear evidence for broad emission lines associated with the very bright forbidden [OIII] emission lines at 4959 and 5007A. These emission lines cannot be produced in great strength in a plasma with an electron density greater than about 10^7-10^8 electrons per cm^3. These broad line wings therefore indicate the presence of a region with densities and velocities intermediate to those between the so-called narrow line and broad line regions. Investigation continues into whether they correspond to a transition region or are physically associated with the broad line region.

Very high quality spectra of Akn 120 have revealed very anomalous behaviour in the ionization properties of the two

components of broad line emission seen in this object. The ubiquitous FeII emission seems to be mainly associated with the red component of the double-peaked Balmer emission lines. Possible explanations of this phenomenon are still being contemplated. It could have an important bearing on the origin of the FeII emission in Seyferts, radiogalaxies, and quasars.

Radio galaxies.

Hanisch spent the first 6 months of 1983 in the United States, primarily at the University of Maryland's Clark Lake Radio Observatory. New low-frequency (30-75 MHz) maps were obtained of the giant radio galaxies 3C236, 3C326 and DA240, indicating that there is little change in the structure of the outer lobes of these very extended sources compared to the 50 cm and 21 cm WSRT maps. The central component of 3C236 is observed to weaken at low frequencies, presumably a result of self-absorption in a compact core.

Hanisch finished the reduction and analysis of redundancy-mode observations of the strong radio galaxy 3C123 at 21 cm. Previous high dynamic range observations of 3C123 by Reich et al. (Astron. Astrophys. 52, 151) with the 100 m telescope at Effelsberg indicated the presence of several weak radio sources near 3C123 suggestive of an extended double structure. Such a source would have a projected linear extent of more than 10 Mpc! The WSRT observations, in which a dynamic range of 43 dB was attained in regions of the map away from 3C123 itself, had the resolution necessary to show that at least one of the weak sources has a probable optical identification of its own, and that a weak bridge of emission between 3C123 and an adjacent source can be accounted for by a weak source (37 mJy) located just 15 arcmin to the northeast of 3C123 (47 Jy). It therefore seems very unlikely that 3C123 is a giant radio galaxy.

Hanisch, Strom and W.J. Jaffe (STSI) made redundancy mode observations at both 50 cm and 21 cm of a field centered on Coma A (3C277.3). These were done in order to try to understand the nature of the diffuse radio source located to the southeast of Coma A. The data show that any association of this emission with Coma A itself is extremely unlikely, and that a 16^m galaxy is the most probable identification for the source. This galaxy has a velocity of 12000 km/s, making it 1.5 times more distant than the Coma cluster. The WSRT observations show an S-shaped symmetry to the source, suggestive of a radio galaxy; Hanisch et al. infer that the source is probably a relic radio galaxy and not a radio halo source as has been proposed by other investigators. Further observations are planned at 327 MHz to study the structure, spectrum, and polarization of the source.

Previous WSRT observations at 50 cm by Hanisch of the field centered on the rich cluster of galaxies Abell 2124 led to the discovery of a radio source of very unusual morphology. A long,

narrow, edge-darkened source was found slightly beyond 1 Abell radius from the cluster center, and coincident with a 16^m S or S0p galaxy whose major axis is aligned with the radio source. The radio emission at 50 cm extends at least 10 times further than the optical extent of the galaxy; if the galaxy is an outer member of Abell 2124, the projected linear extent of the radio source is about 300 kpc. Observations by Hanisch and Neff at 21 cm show the source to be very narrow (<20 kpc) along its minor axis. A short 6 cm observation yielded a detection of the nucleus of the galaxy, and a full 6 cm synthesis observation is being planned to help assess the physical nature of the source.

Strom and R.G. Conway (Jodrell Bank) have made 50 cm observations of 27 extragalactic sources from the 3C catalogue to study their polarization properties. The objects come from a statistically selected sample of 94 3C sources which have been extensively studied at Jodrell Bank for their polarization properties. Most of the sources in the sample can be classified as consisting of 2 components, and the primary goal has been to specify how Faraday depolarization affects them. The 27 sources studied are those for which at least one component shows relatively little depolarization to a wavelength of 30 cm. Of the 35 components which had shown little depolarization to 30 cm (in only 8 of the sources was this the case for both components), roughly half show substantial depolarization between 30 and 50 cm. It appears that the components often do not depolarize at the same rate, and the polarization which remains at 50 cm is usually dominated by the outer compact structure rather than the lower brightness bridge emission.

Normal galaxies, supernovae in external galaxies.

E. Hummel (MPIfR, Bonn), P. Smith (Univ. of New Mexico) and Van der Hulst completed their study of the extended radio continuum emission in the nearby edge-on galaxy NGC 253. VLA observations at 20 and 6 cm show that the radio emission consists of a central source (~50% of the total emission), a bright inner disk, and a faint outer disk component. The faint outer disk has a half power thickness of 1.4 kpc and reaches 1% of the central surface brightness at a height of 4.5 kpc. This result is consistent with that found for other edge-on galaxies from WSRT data and indicates that the relativistic electrons also propagate in a direction perpendicular to the plane of the galaxy. A study of the distribution of the radio spectral index is underway and should make a comparison with cosmic ray propagation models possible.

E. Hummel (MPIfR, Bonn), J.M. Dickey (Univ. of Minnesota) and van der Hulst completed their study of a sample of radio luminous central sources in 53 spiral galaxies. The main conclusions are that the radio emission from the central regions ($\lesssim$ 1 kpc) of spiral galaxies can be divided into three groups: (i) compact ($\lesssim$ 1

pc) flat spectrum core sources, (ii) extended and complex central sources (100-1000 pc), and (iii) an intermediate class of less complex, nuclear sources which could be a subgroup of the central source category. Core sources are rare in spiral galaxies and tend to occur mostly in bulge dominated galaxies. The complex sources occur preferentially in late type spiral galaxies and can be explained as a result of active star formation, in accord with optical data on these objects.

R.C. Kennicutt (Univ. of Minnesota) and Van der Hulst, in connection with their work on star formation in spiral galaxies, are studying the extinction in HII regions by comparing Hα and VLA 20 and 6 cm continuum data of M51 and NGC 6946. In each galaxy they identified about 35 HII regions for which Hα and radio data are available. The first results for M51 indicate that the extinction does not depend on galactocentric radius. It can vary by a factor of 5 from one HII region to another and appears to correlate with extinction in the visible (i.e. proximity to a well defined strong dust lane or dust region).

De Bruyn, in collaboration with Van der Hulst, reduced 50 cm WSRT observations of the galaxies NGC 4321 and NGC 6946, the parent systems of SN 1979c and SN 1980k respectively. Observations of NGC 4321 were obtained in Nov. 1980, Jan. 1982 and March 1983. The strong non-thermal disk emission necessitated a differential technique to reveal emission from the supernova. Clear evidence for its presence at a level of about 5 mJy was found in the March 1983 observations, showing that the SN was still optically thick below 1 GHz. It is expected to brighten rapidly in 1983/84 at 50 cm wavelength. Observations of NGC 6946 revealed a slight increase in the flux density between January 1982 and January 1983 at the location of the supernova. They estimate the flux density of the SN in January 1983 to be about 2-3 mJy, which, when compared to the 20 cm VLA data (where the flux is slowly decreasing), suggests it is still partly opaque at 50 cm.

R.A. Sramek (NRAO-VLA), K.W. Weiler (NSF) and Van der Hulst also continued monitoring the young extragalactic supernovae in NGC 4321 and NGC 4536 at 6 and 20 cm. The SN in NGC 4536 (Type I) remains undetected, while that in NGC 4321 has remained constant. The first discovery of a new SN by radio observations alone was made by E. Hummel (MPIfR, Bonn), R.D. Davies, A. Pedlar (Jodrell Bank) and Van der Hulst by comparing a map of NGC 4258 made in January 1982 with earlier and later epoch maps. The source has now been confirmed optically as a SN and is also part of the VLA SN-monitoring program. It is slowly declining in flux density. In contrast to the SN's detected in NGC 4321 and NGC 6946 (both Type II), a Type I SN was detected in NGC 5236. The fact that this SN produces radio emission at an early stage in its evolution (a few months after the explosion) creates difficulties for those models which explain the radio emission as due to the interaction of the SN shock with the circumstellar material resulting from mass-loss in the red giant stage of the SN precursor.

HI in external galaxies.

Albinson has continued work, in collaboration with H. van Woerden (Groningen), on 21 cm HI observations of five dwarf irregular galaxies in the Local Group. The Pegasus dIrr galaxy has an HI size much larger than its optical size. The rotation curve shows evidence of being flat, beyond the central regions, with a deprojected rotational velocity ≈10 km/s. There is also an indication of a warp in the distortion of the observed velocity field. The Aquarius dIrr galaxy, which has been partially analysed, shows a similarly low rotation velocity of ~6 km/s.

Raimond, in collaboration with J. van Gorkom (NRAO-VLA), S.Faber (Lick Observatory) and G.Knapp (Princeton), has carried out a second series of 21 cm line measurements of the elliptical galaxy NGC 1052. The sensitivity of the VLA for these measurements was considerably improved over that of the previous year, due to the fact that the full array could be used. The experience gained in removing the effects of interference in the first series of measurements proved to be essential in the analysis of the second series. The interpretation of the results is far from clear. There are indications that the distribution of hydrogen near the centre of the galaxy is disk-like and that the structure and velocity distribution in the outer regions of the galaxy are very irregular.

Clusters of galaxies.

Hanisch made observations of the rich clusters of galaxies Abell 2124, 2243 and 2244. It was found that there was no radio halo source in Abell 2124 of the type observed in the Coma cluster. The clusters Abell 2243 and 2244 were found by Struble and Rood (1982, Astron. J. 87, 7) to contain an unusually large number of binary galaxies. These clusters were observed at 21 cm to see if the radio detection rate would be strongly enhanced in these clusters. No such effect was found; indeed, none of the binary galaxies was detected. It is clear from other studies of galaxies with companions that such systems are more often radio sources, but this effect appears to be important only for rather low radio luminosities ($L_R \lesssim 10^{30}$ erg s^{-1} Hz^{-1} at 21 cm).

Hanisch also made WSRT observations of 37 poor clusters of galaxies at 21 cm. This project represents part of a more general study of the radio properties of galaxies in rich and poor clusters done in collaboration with J.O. Burns (Univ. of New Mexico) and R.A. White (NASA-GSFC). The general intent of these observations is to study how the cluster environment affects the radio properties of galaxies, and, conversely, to use the radio morphology as a probe of the intracluster medium. In this sample, which is drawn from high surface density regions of the Zwicky catalog of galaxies and clusters of galaxies, no new head-tail or wide-angle tail radio galaxies were found. However, there is a strong correlation between the radio detection rate and the

presence of (interacting) companion galaxies. This correlation is only apparent for low luminosity radio sources, the implication being that galaxy-galaxy encounters can indeed trigger radio activity, but not in the sense of creating the luminous classical double sources.

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

A modest amount of radioastronomical research is done in Amsterdam, mainly in the area of OH/IR stars, in combination with both ground-based and IRAS infrared data.

In March 1983, F.J. Willems together with P.F. Bowers (Naval Research Laboratory) observed a field at ℓ=21°2, b=0°0 for 8 hours using the VLA at 1612 MHz. The objective was to further study the light curve of OH/IR stars at lower apparent brightnesses.

In an effort to estimate the mass, age and lifetime of OH/IR stars, Willems carried out a pilot survey of these objects in open star clusters with the Dwingeloo telescope in June 1983. A collection of open clusters for which there are estimates of the age and distance was observed. Measurements were made at 1612 MHz for a minimum of 2 hours on each cluster. In combination with IRAS data, these observations will indicate where late-type stars with large mass loss lie on the Hertzsprung-Russel diagram.

Last year's Annual Report mentioned the study by T. de Jong and Willems of OH/IR stars in a 17° strip along the plane of the Milky Way near ℓ=20°. The emphasis of this work is on the infrared component and, partly thanks to the IRAS data, good progress has been made. While the WSRT had been used in the past to obtain accurate positions, this year has seen simultaneous Dwingeloo 1612 MHz and IRAS observations of the 62 sources. By comparing the infrared and 18 cm fluxes it is hoped that more insight will be gained in the pumping mechanism of the 1612 MHz OH maser.

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

This section briefly summarizes the research reported in Dutch in Section 3.3. of this report. For figures see that section. A complete report of research in the Astronomy Department of Groningen University (Kapteyn Laboratory and Kapteyn Observatory) is in preparation and will be available on request.

Two highlights of the report year were the IAU Symposium 106, "The Milky Way Galaxy", held 30 May - 3 June 1983 to celebrate the 100th anniversary of the Kapteyn Laboratory, and the 10 highly successful months of operation of IRAS, the InfraRed Astronomical Satellite. In both events, several Groningen radio astronomers were deeply involved. Radio astronomy at Groningen continued to

make heavy use of the Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT), especially in the 21 cm line, but also for recombination-line and continuum studies. Several programs were supplemented with observations at the VLA or at various optical telescopes. Most staff members of the Astronomy Department were involved in radio-astronomical research programs; in addition, a large number of visitors took part in this work. Eight doctoral theses were in preparation.

Galactic research.

Gathier, Pottasch and Goss determined distances of planetary nebulae (PN) by 2 methods: 21 cm absorption in the PN's radio continuum (Fig. 3.3.1), and comparison of visual extinction of the PN and of neighboring stars at various distances. VLA observations of 35 PN near the galactic center show that the amount of ionized matter in these objects ranges over 2 orders of magnitude, invalidating the basic assumption of Shklovsky's distance determination method.

Roelfsema has used both the WSRT and the VLA to map radio recombination lines in several HII regions and in the planetary nebula NGC 7027. He finds both broad and narrow lines, the latter emitted by cold, partly ionized gas just outside the HII regions. Important differences in structure were found between HII and HeII regions.

Goss and collaborators determined the distance to the millisecond pulsar discovered in 1982. Albinson, Purvis and Goss started a search for polarized sources which might be rapid pulsars. Of 24 sources measured at 50 cm, 8 were found to be polarized, but A.G. Lyne has not found pulsed radiation.

Goss and Velusamy observed DA 495, a suspected possible Crab-like supernova remnant, at 50 cm. The results (Fig. 3.3.2) are inconclusive.

Schwarz, Goss, Ekers and Van Gorkom used the VLA for an improved map of spectral index in Sgr A (Fig. 3.3.3). The electron temperature in the mini-spiral in Sgr A West (Fig. 3.3.4) was determined by Van Gorkom, Schwarz and Bregman from 6 cm WSRT and 2 cm VLA observations. The interpretation of the mini-spiral remains unclear: an explosion? infall into a black hole? a supernova remnant, together with Sgr A East?

Extragalactic research.

Begeman is studying the kinematics and physical properties of HI gas in the outer parts of spiral galaxies. In NGC 3198 (Fig. 3.3.5) he finds a highly symmetric and regular velocity field, allowing determination of an accurate rotation curve (Fig. 3.3.6). This curve is flat out to the limits of observable hydrogen. The

optical brightness distribution is closely approximated by an exponential disk (Van der Kruit), but the rotation curve observed requires a massive dark halo in addition to a disk component.

In a study of low-luminosity, late-type spirals Carignan, Sancisi and Van Albada have analyzed the dwarf spiral UGC 2259. Both the HI distribution and the velocity field turn out to be highly regular; there is no sign of a warp or oval distortion. The rotation curve (Fig. 3.3.7) is flat or slowly rising in this low-luminosity, grand-design spiral. This again requires, in addition to the exponential disk observed optically, a dark halo component of 67 km/s velocity dispersion (in one dimension). If this halo consists of neutrinos, they must have a mass of at least 60-70 eV, i.e. more than twice the experimental upper limit. This may rule out neutrinos as the carrier of halo mass.

Albinson and Van Woerden are mapping HI in dwarf irregulars in the Local Group at a resolution of order 100 pc. In Pegasus (M_B= -14), the rotation curve is flat at 8±2 km/s outside R = 200 pc; the velocity dispersion is of order 8 km/s in one coordinate. The total mass inside 1.7 kpc radius is estimated at 7×10^7 $M_\odot$, giving M/L_B~1. In this galaxy, too, a dark halo may be indicated.

In an attempt to determine the mass distribution in spiral galaxies, Van der Kruit has combined disk thickness and velocity dispersion to estimate the surface density of matter. Edge-on galaxies provide the thickness of the HI layer, and face-on galaxies the vertical velocity dispersion. The analysis requires the layer to be locally isothermal, an assumption found to be valid for the solar neighborhood. Van der Kruit and Shostak have found z-velocity dispersions of 7-10 km/s in three face-on galaxies; no significant large-scale z-motions are present. Applying these dispersions to the edge-on galaxy NGC 891, and using surface photometry by Van der Kruit and Searle, they find M/L_B= 8±3 $M_\odot/L_\odot$ between R=7 and 14 kpc.

Wevers has completed an atlas showing radial distributions of ultraviolet, blue and red light, HI surface density and rotation velocity in 16 galaxies of type S0-Irr. This atlas presents the results of the Palomar-Westerbork Survey. Wevers finds that colors in general do not vary significantly with radius in these spirals. Some velocity fields show evidence for warps in the disk and/or central oval distortions. In some cases (but not always) the warp starts at the same radius where a sudden drop or other irregularity in the light distribution appears. Rotation curves are represented by two-component mass models: an exponential disk of finite thickness and constant M/L ratio, containing 20-50% of the total mass, and a halo consisting of population-II stars plus a dominant dark component.

Allen, Atherton and Tilanus have combined VLA HI observations by Ondrechen and Van der Hulst with TAURUS Hα observations by Atherton of the spiral arms in M83 (Fig. 3.3.8) to test models of star formation in spiral density waves. Results are so far inconclusive.

Boulanger and Viallefond have collected radio continuum, HI, CO, IRAS (infrared), Hα and red continuum, and balloon-UV maps of the spiral galaxy NGC 6946. The spiral structure in HI and in HII shows little correlation. The outer HI shows four long, broad arms. Several holes of 500 pc size and 10^7 $M_\odot$ mass deficiency occur in the HI distribution, as well as clouds of 3×10^5 $M_\odot$ with velocities deviating 40 km/s from the surroundings. These HI features may be related to the giant HII complexes observed in Hα and in the radio continuum, which represent centers of strong star formation.

Van Driel and Van Woerden have continued their study of distribution and motions of HI in lenticular galaxies. NGC 3413 has a gas disk co-extensive with the optical, NGC 3032 was not detected, and NGC 3626 shows a gas bar through the center and a fragmented outer gas ring or gas arms. Three large southern lenticulars were mapped at the VLA, together with Rots. The SB0/a galaxies NGC 1291 and 5101 have multiple gas rings on the outside of the optical outer rings; IC 5267 shows gas in the outer arms and in its inner parts.

Together with Appleton and Davies, Van Driel and Van Woerden mapped HI in the NGC 4026 group (Fig. 3.3.9). Gas is found in several dwarf galaxies and in a filament southwest of NGC 4026; the S0 itself contains no gas. The interacting S0 + Sb pair NGC 6500/01, mapped with Sanders, shows a distorted HI distribution and motions in the spiral galaxy.

The HI maps of S0 galaxies are being supplemented with photographic and spectroscopic studies, and with HI maps of some Sa galaxies.

Schechter, Sancisi, Van Woerden and Lynds mapped hydrogen in two spindle-like galaxies: UGC 7576 (Fig. 3.3.10) and II Zw 73. In both systems, the HI is found to lie in the thin, outer optical component, almost perpendicular to the main body (probably an edge-on S0). The gas lies in a thin disk, or even a narrow ring, in circular rotation. The age of these structures is estimated at $(1-3) \times 10^9$ years. The total masses of both galaxies are $(1-2) \times 10^{11} H^{-1}$ $M_\odot$.

Schwarz completed his HI study of the peculiar early-type galaxy NGC 3718 (Fig. 3.3.11). The complex kinematics of the gas in this system, with 2 or more velocity components at many positions (Fig. 3.3.11e), is well represented by a tilted-ring model (Fig. 3.3.11c) in which the warp extends over as much as 90° in inclination. All rings contain one common line of nodes, hence precession must be negligible. This model also explains the dust bands (Fig. 3.3.11d), which are shown to be due to gas rings observed edge-on rather than lying in the nucleus of the galaxy. The gas-ring system may be due to capture in stable, anomalous orbits around the long axis of a triaxial body, as in Centaurus A (cf. Van Albada et al. 1982).

Warmels has measured HI distributions in 36 galaxies in the Virgo cluster. In most cases one-dimensional distributions

projected on each of two axes (cf. Fig. 3.3.13) are available; from these, radial distributions of HI surface density (Fig. 3.3.14) have been derived. The resolution of these observations is 25 arcsec in one coordinate. For 13 objects, 2-dimensional maps at 25x55 arcsec resolution have been obtained. From the radial distributions, HI diameters have been derived (at 1.8×10^{20} atoms/cm^2 surface density) and compared with optical face-on diameters. Figure 3.3.15 shows the ratios D_{HI}/D_0 for 19 Virgo cluster systems and 25 field galaxies. The differences between these histograms are minor. New observations in the Virgo cluster core, however, yield much smaller HI diameters for galaxies within 2° of M87, suggesting stripping by the ionized intergalactic gas around M87.

Hu Fu-xing and Allen analysed the distribution of radio continuum emission in NGC 891. They find a thin disk with flat spectrum (α--0.45), co-extensive with dust and HI, plus an exponential z-distribution of scale height 1.5-2 kpc and steeper spectrum (α--0.95, constant with z). The latter component follows the old disk and inner parts of the spheroidal component found optically by Van der Kruit and Searle. The magnetic field may be fairly uniform.

Hummel, Sancisi and Ekers observed the edge-on spirals NGC 4244, 4565 and 5907 in the continuum at the VLA. NGC 4244 was not detected; the other two systems show disks of half-thickness 1 kpc, similar to the optical old disk.

May, Norman and Van Albada studied the effects of a growing central black hole on the dynamics of stars in a galaxy. They find that ellipticals with central black holes will tend to be rounder than those without such holes.

Oosterloo and Van Albada started a study of the orientation of spin vectors in pairs and groups of galaxies. Oosterloo and Shostak measured the rotation directions of HI in 40 galaxy pairs at Westerbork and 46 pairs at Arecibo.

Sanders, Van Albada and Oosterloo studied the possible gravitational lensing effects of elongated superclusters on background sources. The effects may be significant if superclusters contain mainly distributed dark matter of line density 10^{14} $M_\odot$/Mpc. The trend to alignment of radio-source pairs over angular scales below 10° may be due to elongation and doubling of source images by supercluster lenses.

4.3.4. Radio astronomical research at Leiden Observatory.

In 1983 a large range of topics was pursued. These include the study of the radio structure in near and far galaxies and active galactic nuclei, the study of clusters, combined deep radio, optical and X-ray surveys, the radio investigation of our own galaxy, galactic stars, supernova remnants and interstellar matter. Most of these projects will be discussed below. In

addition two astronomical Ph.D. theses were successfully completed in 1983: "The Nature of OH/IR stars" by J. Herman and "Galaxies in low density regions of the Universe" by N. Brosch.

Burton and Te Lintel Hekkert completed a survey of galactic HI near the galactic equator using the NRAO 140 ft radio telescope. The data are amenable to the variety of investigations pertaining to galactic structure and the interstellar medium. Kwee and Burton started a study of the kinematical and dynamical properties of the HI (Fig. 3.3.1.). Burton, Liszt (NRAO) and Xiang (Purple Mt. Obs., China) mapped ^{13}CO-emission along the galactic plane and used the data to discuss several topics. Burton and Liszt completed a survey of ^{12}CO in the galactic core. Herman incorporated the results of the Dwingeloo monitor program of the VLA and IR observations of OH/IR stars in his Ph.D. thesis "The Nature of OH/IR stars". Together with Israel, Herman started a pilot program in Dwingeloo to look for (young) masers in extragalactic galaxies. Braes and Miley found from Westerbork data that the radiation of the S101 nebula contains a thermal component that is probably associated with the X-ray source Cygnus X-1.

Braun has continued his program of supernova remnant research together with Van der Laan and Strom. A detailed comparison of 50 cm and 21 cm continuum, HI line and optical data is now underway. A maximum entropy image processing package (prepared by Braun and now available for general use) was used to remove grating and sidelobe responses while preserving flux and fixed resolution.

Brinks, Walterbos and coworkers have continued their work on M31 (Fig. 3.3.2-3.3.5). The Westerbork observations at 610 MHz are completely reduced, while the radio continuum survey at 1415 MHz is continuously making progress. An interesting aspect of this work is to look for supernova remnants, using optical material (Hα and [SII] plates) in combination with the radio data. The 21 cm line survey (HI) is completed. The analysis was directed at two subjects. First, a detailed model has been developed for the global distribution and kinematics of the neutral hydrogen. It was shown that M31 has a warp and that this warp has an increasing thickness with increasing distance from the center. Clearly, the behavior of M31 resembles that of our galaxy. This is the first time that a set of maps has been produced in which the HI gas in the disk is separated from that in the warp. Second, a study has been started of the "HI holes", regions in which the hydrogen density is appreciably lower than in its immediate surroundings.

Bosma, Athanassoula (Besançon) and Bienaymé continued their study of the potential in barred spirals. They compared theoretical models with observational data but there appeared to be a serious discrepancy. Bosma and Athanassoula obtained 21 cm line data for a number of SA galaxies with an outer ring, but with different structures. It is not always clear how this ring could be formed. Bosma and Greidanus observed an SABc and an SBa galaxy as part of the study of kinematics of nearby galaxies. The resultant maps show evidence for the existence of warps (Fig.

3.3.6.). Athanassoula, Bosma, Papaioannon (Besançon) and Van Waardenberg studied the problem of the rotation curves of spiral galaxies. In a number of galaxies a dark halo should exist. Van der Hulst, Bosma and Athanassoula studied specific examples of spiral galaxies with weak disks. Kormendy (Victoria) and Bosma analysed 21 cm line observations of two irregular dwarf galaxies. Bosma and Sloff started together with Habing, De Jong and Brink (Amsterdam) the analysis of the IRAS CPC data on near galaxies. Provisional results show that the color temperature of the dust is, generally speaking, higher in the central regions of spiral galaxies than in the outer regions.

Brosch studied in his Ph.D. thesis "Galaxies in low density regions of the Universe" very bright galaxies which have a large distance to similar galaxies. Combination of all the data showed that isolated galaxies have a marginally higher surface density of neutral hydrogen than galaxies that are not isolated. There is weak activity in the cores of some isolated galaxies.

Miley, Heckman (Univ. of Maryland), Van Breugel (Univ. of Arizona) and Butcher (KPNO/Groningen) completed an optical spectroscopic survey of the nuclei of radio-loud spiral galaxies. About 1/3 of the galaxies examined have properties consistent with the theory of nuclear starbursts for the production of nuclear radio emission. With Heckman, Illingworth (KPNO) and Van Breugel, Miley continued an investigation of the dynamics of radio galaxies. There appears to be a tendency, for large radio sources to be aligned perpendicular to the rotation axes of emission-line disks.

During 1983 Miley devoted considerable time to working with the IRAS satellite, including the development of the data reduction package. Neugebauer (Caltech) and Miley planned the program of active galaxy observations carried out with IRAS. They have also begun a project to compile a list of background sources in deep fields observed in the directed observing mode. De Grijp and Miley are involved in a program of optical identification of various samples of IRAS sources. Finally, with Young (Univ. of Arizona) Miley was involved in planning the IRAS observations of galaxy clusters. Miley continued his studies of emission lines from extended radio sources, together with Heckman and Van Breugel. The results appear to be very interesting (Fig. 3.3.7). Miley and Ulrich (ESO) have embarked on a statistical study of optical/radio associations. This is based on a flux-limited sample of several hundred radio sources. Norman and Miley examined the theoretical implications for parsec-scale emission from active galaxies from interaction of the radio jet with the broad line region. Miley continued studies of narrow line profiles in active galaxies. Together with Heckman and Green (Univ of Arizona) he has compiled [OIII] information for 75 active galaxies. They suggest the existence of an important link between the broad and narrow line regions.

With Miley, Van der Laan and Strom, Jägers continued his study of strong extragalactic radio sources, in which essentially all different radio morphologies are represented. For 25 sources comparable 0.6 GHz and 1.4 GHz WSRT maps are available. Most of the sources are still significantly polarized at 0.6 GHz. A start has been made with the interpretation. Together with Leahy and Pooley (Cambridge) Jägers continued the study of the radio source 3C66B. Jägers showed the existence of an interesting cluster around the radio source 3C130 including three radio sources oriented parallel to each other (Fig. 3.3.8.). Jägers and De Grijp made dynamical models to explain the radio structure of the sources 3C129 and 3C130 (Fig. 3.3.9.).

Barthel, Schilizzi, Miley, Jägers and Strom completed their investigation of the small and large scale structure of 3C236, the largest known object in the universe (Fig. 3.3.10.). Barthel continued his study of the radio structure in quasars making use of various instruments. There appear to be large differences in the radio morphologies of high and low redshift quasars (Fig. 3.3.11.). MERLIN observations by Barthel and Londsdale (Pennsylvania State Univ.) showed new interesting results (Fig. 3.3.12.). Additional VLBI observations have recently been made. Barthel, Miley, Schilizzi, Preuss and Cronwell used transatlantic VLBI to obtain detailed information of the cores of some quasars with extended radio emission.

Foley went to the VLA to get copies of a large number (~2400) of "snapshot"-mode observations made by Perley and Fomalont (NRAO, VLA) in a search for unresolved calibration sources. A complete sample of the brightest flat spectrum sources in the northern hemisphere has been chosen for detailed study of the extended emission (Fig. 3.3.13.). Foley is also working on US VLBI network observations of 5 low frequency variable sources. He hopes to be able to check on the hypothesis that nearly all low frequency variables should be superluminal sources.

De Waard continued his study of the relation between optical and radio emission in active galaxies with a VLBI survey of objects with characteristic broad line regions (pc-scale). As these are possible candidates for superluminal motion a monitor program has been started to observe their optical emission spectra (ESO, Chili and La Palma). A VLBI survey by De Waard, Miley and Schilizzi of objects with well-known forbidden emission lines, ([OIII]) has been started to investigate the narrow line regions (kpc-scale). De Waard, Miley and De Bruyn have observed with the WSRT extended structures around kpc-scale radio cores (CSS-sources) to obtain information on the amount of energy transported further out than the kpc region. De Waard and Meurs (MPIA, Heidelberg) determined radio spectra of Seyfert galaxies with the WSRT. They found primarily steep spectra. De Waard has started the reduction of WSRT observations of active compact cores of galaxies. An appreciable number of these sources have also been observed by IRAS and there is spectral information over several

decades of frequency. Possible variability could be investigated. De Waard and Strom (Dwingeloo) have searched for absorption of OH and HI in high redshift quasars, but without success.

Windhorst studied in his almost completed Ph.D. thesis "Faint Radio Galaxy Populations" statistical properties of radio galaxies at the 3 mJy level. Katgert, Windhorst and Isaacman carried out infrared photometry with UKIRT of about fifty optically identified radio galaxies found in the Leiden-Berkeley Deep Survey (LBDS) and the third Westerbork survey. There is an indication that the infrared colors of (a part of) the radio galaxies below 1 mJy are different from those of the apparently (and also intrinsically) brighter radio galaxies. Katgert, Oort jr. and Windhorst observed with the VLA about 60 optically identified radio galaxies from the LBDS (Fig. 3.3.14.). It is expected that the results will contribute substantially to the understanding of the (population-) evolution of radio galaxies on cosmological timescales.

Katgert analysed the results of the Westerbork-Einstein Deep Survey concerning the radio source counts at 21 and 50 cm. They confirm the previously found upturn in the 21 cm source counts below 5 to 10 mJy. Oort jr. completed his work on the deep Lynx.2 Survey field. From the Westerbork survey, the sources at the lowest flux levels appear to have smaller median angular sizes than found by Windhorst and Miley et al., which can mean that the intrinsic size of these sources are also smaller. Windhorst and Oort jr. continued their work on the evolution of radio sources with the new LBDS data set. The purpose is to understand the source counts from 1 mJy to 10 Jy.

4.3.5. Astronomical research at Nijmegen University.

In 1983 Hulsbosch completed his very sensitive Dwingeloo survey for high velocity clouds. A global summary can be found in figure 3.5.1. where the outer contours (at T_b=0.05 K) of extended objects with velocities less than -100 km s^{-1} or more than +100 km s^{-1} are shown; the small objects observed at only one or two grid points are represented by dots in this figure. Several new features have been discovered by this survey and after a definitive reduction procedure some 3000 components will probably remain.

The reduction of the early type galaxy NGC 4138 has been completed, and the HI appears to be distributed in two concentric rings outside the plane of symmetry of the stellar distribution. The rotational velocity attains its maximum close to the centre of the galaxy and has decreased substantially at the maximum observed distance.

All isolated galaxies of the Huchra-Thuan list suitable for the WSRT have been observed. The HI in NGC 5832 shows a spiral structure with a pronounced asymmetry.

The results of the 21 cm line and 49 cm continuum observations of Messier 31 are in press and the 21 cm continuum reduction has been completed.

The HI observations of galaxies surrounded by multiple faint companions are partly reduced. NGC 4111 is surrounded by 5 companions with detectable amounts of HI; NGC 5899 shows only one companion in HI.

In 1983 a pilot survey was carried out using the Dwingeloo Radio Telescope of HI observations towards voids in Hercules, Pisces and Coma. 75% of the observed profiles were seriously disturbed by radar.

4.3.6. Radio-astronomical research at the Utrecht Observatory.

As a follow-up to the joint study of the solar flare of May 16, 1981 a magnetohydrodynamical model for such flares was developed by J. Kaastra, which also gives account of the quasi-periodic solar microwave bursts.

J. Kaastra also invoked retardation effects in the process of magnetic reconnections in order account for pulsations in microwave bursts.

J. Kuijpers worked with A. Achterberg and with D.B. Melrose respectively on turbulent diffusion of energetic electrons in the solar corona and on the problem of turbulent 'bremsstrahlung' (which was proved to be nonexistent).

J. Kuijpers, J.M. van der Hulst and S.G. Neff used again the WSRT to monitor a number of flare stars in an international campaign. J. Kuijpers discussed the mechanism of flare activity of the star σ^2CrB. A campaign with EXOSAT and IUE yielded observations of X-ray flares in σ^2CrB and Algol.

Another VLBI experiment on solar flares (Westerbork-Onsala) remained unsuccessful.

J. van Nieuwkoop found positional drift in groups of Type I stormbursts from 243 MHz interferometric data.

A.D. Fokker extended an analysis of Type III profiles to the decametric and hectometric wavelength domain. The rising part conveys information on the deviations from straightness of the trajectories along which the exciting electrons travel.

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, 1984.

Three PC meetings were held in 1983, in May, October and November. The meeting in October was held especially to discuss the long term prospects for radio astronomical research in the Netherlands. At its other two meetings the PC considered 109 proposals, 11 for 6 cm observations, 49 for 21 cm observations, 9 for 50 cm observations, 36 for 92 cm observations and 1 for 18 cm observations (VLBI of solar flares). Three of the 92 cm proposals were for VLBI. More than two thirds of the 21 cm proposals were for 21 cm HI line work. The first 92 cm period was heavily oversubscribed (factor 3-4).

In 1983 the WSRT performed observations at the following wavelengths: 50 cm (2.5 months), 6 cm (2 months), 21 cm (4.5 months) and 92 cm (0.7 month). In addition the WSRT participated in European and Global VLBI in 5 periods totaling 46 observing days. The figures given do not include maintenance and time required for changing and testing frontends.

New developments during 1983 were the installation of the DCB (Digital Continuum Backend) and the production of a 92 cm frontend series. The DCB allows observations in 8 independent, 5 or 10 MHz wide bands thus giving a total bandwidth of 40 or 80 MHz. This provides an increase in sensitivity of up to a factor 2.8. The DCB also provides almost all non-standard, redundant baselines so that both sensitive and high dynamic range mapping become possible. The new 92 cm frontends were put on the telescopes early December 1983. It is somewhat premature to evaluate the 92 cm performance though the first observations indicate that good results can be obtained.

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 addresses.

Appendix A. ORGANISATIE (per 1 januari 1984)

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

	Einde termijn
* Prof. Dr. H. van der Laan, voorzitter	31-12-1984
* 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	31-12-1984
Prof. Dr. W.B. Burton	31-12-1985
Prof. Dr. A. Dymanus	31-12-1984
* 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	31-12-1984
Prof. Dr. J. Volger	31-12-1984
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
Dr. A.G. de Bruyn, Hoofd Astronomengroep
Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium
Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Teleskoopgroep
Dr. E. Raimond, Hoofd Computergroep

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. J.E. Baldwin
* Prof. Dr. W.N. Brouw
Dr. A.G. de Bruyn
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

* 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. E. Brinks
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. Kontaktpersonen instellingen.

Prof. Ir. C.A. Muller, T.H. Twente

A.5. 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.6. Algemene kontakten voor popularisering.

D. Hoogenraad
Dr. Ir. C. Slottje

A.7. Magazijncommissie.

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

A.8. 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.9. (Inter)nationale commissies.

Receiver Working Group MT	Ir. A. van Ardenne
VLBI Technical Working Group	Ir. A. van Ardenne
QUASAT science team	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
La Palma Management Committee	Dr. W.N. Brouw
Stuurgroep UK/NL	Dr. W.N. Brouw
IAU Commission 8	Dr. W.N. Brouw
IAU Commission 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
Projekt coordinator UK/NL samenwerking	Ir. J.L. Casse
MT Management Committee	Ir. J.L. Casse
Redaktiecommissie DECUS Holland Bulletin	Drs. J.P. Hamaker
Commissie LWG Interstellaire Materie	Dr. R.H. Harten
Working group on the coordination of Astronomical software	Dr. R.H. Harten
Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies (IUCAF)	Ir. H.C. Kahlmann (correspondent)
ASTRON Algemene Beleids Advies en Commissie (ABAC)	Ir. H.C. Kahlmann
Nationale CCIR-Schaduw Commissie II	Ir. H.C. Kahlmann (waarnemer)
Nationaal URSI comite	Ir. H.C. Kahlmann
American Astronomical Society	Dr. S.G. Neff
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-Astronomy Working Group	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
Foreign Advisor SFB78 (Satellite Geodesy) Munich, Germany	Dr. R.T. Schilizzi
Committee of European Solar Radio Astronomers	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
Commissie LWG Sterrenstelsels-secretaris	Dr. R.G. Strom

IAU Commissie 28 - Galaxies	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 34 - Interstellar Material	Dr. R.G. Strom
Organizing Committee IAU Commissie 40- Radio Astronomy	Dr. R.G. Strom
Nederlandse Microgolf contactgroep	Ir. E.E.M.Woestenburg

Appendix B. PERSONEEL (stand per 1 januari 1984)

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	Mevr. W.Hoogeveen-Smit
6.	Administratief medewerker	A. Koster
7.	Typiste/telefoniste	Mevr.M.Zoer-van der Laan
8.	Typiste/telefoniste 1)	Mej. R. Kremers
9.	Concierge/onderhoudstechnikus	H. Sieders
10.	Huishoudster	Mevr.W.Sieders-Barkhof
11.	Kantinebeheerster 1)	Mevr.R.Jager-Flokstra
12.	Kantinebeheerster 1)	Mej. J.C. Koerts
13.	Schoonmaakster 1)	Mevr.H.Eising-Zoer
14.	Schoonmaakster 1)	Mevr.I.Hoek-de Weerd
15.	Schoonmaakster 1)	Mevr.R.Kiers-Fledderus
16.	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. Kupe·
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.	Medewerker algemene dienst	J. Pit
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.	Hoger elektronikus	A. Doorduin
8.	Hoger elektronikus	A. Koeling
9.	Hoger elektronikus	Ing. R.P. Millenaar
10.	Hoger elektronikus	L.J. van der Ree
11.	Hoger elektronikus	J.F.N. Roosjen
12.	Elektronisch technikus	R. Kiers
13.	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	Dr. R.H. Harten
4.	Systeemontwerper	Ir. J.E. Noordam
5.	Systeemontwerper	Drs.H.W.van Someren-Greve
6.	Systeemontwerper	Dr. T.A.Th. Spoelstra
7.	Programmeur	G.N.J. van Diepen
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 coordinator	S. Drenth
15.	Reduktie medewerker	D.J.J. Moorrees
16.	Reduktie medewerker	J. Tenkink
	te Leiden:	
16.	Programmeur	K. Weerstra
	te Groningen:	
17.	Programmeur	H. Akkerman
	te Westerbork:	
18.	Programmeur	T. Grit

B.6. Astronomen.

1.	Hoofd van de afdeling	Dr. A.G. de Bruyn
2.	Astronoom	Dr. J.S. Albinson
3.	Astronoom	Dr. R.J. Hanisch
4.	Astronoom	Dr. S.G. Neff
5.	Astronoom	Dr. R.T. Schilizzi
6.	Astronoom	Dr. R.G. Strom.

B.7. Werkstudenten.

1.	Mevr. H. Algera-Jablonski	1) 2)
2.	vakature	1)
3.	Mevr. H.A. Versteege-Hensel	1)

1) deeltijd
2) assistente PC-voorzitter

Appendix C. FINANCIEN.

	1983	1984
Totaal subsidie	12.500 kfl	12.650 kfl
W.v. Salariëringskosten en R.Z.M. bijdragen aan UK/NL samenwerking	7.200 kfl 2.460 kfl	7.160 kfl 2.420 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 zal de lijnontvanger worden 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:		Komt tegen eind 1984 beschikbaar	Systeem is nog niet volledig uitgetest.	Met "Tied Array" of "single dish"	Volle bandbreedte pas in 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	10 mJy	0,001 K

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	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 VAX11/750; 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) Binnenkort op de 18 cm FET beschikbaar

Tabel D.2. Ontvangers met grote gevoeligheid voor gebruik in de 25-m teleskoop (9 fu/K)

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN.

E.1. Onderzoek artikelen.

Achterberg, A., Kuijpers, J., Diffusion of high energy electrons in the solar corona, Astron. Astrophys. 130, 111.

Ardenne, A. van, O'Sullivan, J.D., Dianous, A. de, A high precision phase comparison experiment using a geostationary satellite, IEEE Trans. on Instr.Meas., IM-32, 370.

Athanassoula, E., Bienaymé, O., Martinet, L., Pfenniger, D., Orbits as building blocks of a barred galaxy model, Astron. Astrophys. 127, 349.

Barthel, P.D., A VLBI search for compact components in extended high redshift quasars, Astron. Astrophys. 126, 16.

Barthel, P.D., Lonsdale, C.J., Compact structure in the powerful distant radio source 4C04.81, Mon. Not. R. Astr. Soc. 205, 395.

Baud, B., Habing, H.J., The maser strength of OH/IR stars, evolution of mass loss and the creation of a super wind, Astron. Astrophys. 127, 73.

Benn, C.R., Optical identification of radio sources in the presence of optical confusion, Observatory 103, 150.

Bosma, A., Goss, W.M., Wellington, K.J., Fleurs 21 cm continuum observations of six nearby southern spiral galaxies, Astron. Astrophys. Suppl. 54, 387.

Bregman, J.D., Troland, T.H., Forster, J.R., Schwarz, U.J., Goss, W.M., Heiles, C., Aperture synthesis observations of the 21 cm Zeeman effect, Astron. Astrophys. 118, 157.

Breugel, W. van, Heckman, T., Bridle, A., Butcher, H., Strom, R.G., Balick, B., Radio and optical observations of the alleged optical jet in DA 240, Astrophys. J. 275, 61.

Breugel, W. van, Balick, B., Heckman, T., Miley, G.K., Helford, D., The Peculiar Radio Galaxy 3C433, Astron. J. 88, 40.

Bruyn, A.G. de, Further radio observations of the supernova remnant in NGC 4449 and a candidate remnant in NGC 4656, Astron. Astrophys. 119, 301.

Buccheri, R., Bebbett, K., Bignami, G.F., Bloemen, J.B.G.M., Boriakoff, V., Caraveo, P.A., Hermsen, W., Kanbach, G., Manchester, R.N., Masnou, J.L., Mayer-Hasselwanger, H.A., Ozel, M.E., Paul, J.A., Sacco, B., Scarsi, L., Strong, A.W., Search for pulsed gamma-ray emission from radio pulsars in the Cos-B data, Astron. Astrophys. 128, 245.

Burton, W.B., Liszt, H.S., The gas distribution in the central region of the galaxy. IV. A survey of neutral hydrogen in the region $349° \leq \ell \leq 13°$, $-10° \leq b \leq 10°$, $v \leq 350$ km/s, Astron. Astrophys. Suppl. 52, 63.

Bijleveld, W., Valentijn, E.A., The Trivariate (radio, optical, X-ray) luminosity function of cD galaxies; I. New Westerbork observations of 22 cD galaxies and Einstein observations of A1918 and A2317, Astron. Astrophys. 125, 217.

Casertano, S., Rotation curve of the edge-on spiral galaxy NGC 5907: disc and halo masses, Mon. Not. R. Astr. Soc. 203, 735.

Dickel, H.R., Harten, R.H., Gull, T.R., A comparison of high resolution optical and radio observations of W3, Astron. Astrophys. 125, 320.

Dickel, H.R., Lubenow, A.F., Goss, W.M., Forster, J.R., Rots, A.H., VLA observations of H_2CO in DR21, Astron. Astrophys. 120, 74.

Dishoeck, E.F. van, Langhoff, S.R., Dalgarno, A., The low-lying $^2\Sigma^-$ states of OH, J. Chem. Phys. 78, 4552.

Dishoeck, E.F. van, Dalgarno, A., Photodissociation processes in the OH molecule, J. Chem. Phys. 79, 873.

Ekers, R.D., Fanti, R., Miley, G.K., Variability at 5 GHz in low luminosity radio nuclei of galaxies and quasars, Astron. Astrophys. 124, 297.

Ekers, R.D., Gorkom, J.H. van, Schwarz, U.J., Goss, W.M., The radio structure of Sgr A, Astron. Astrophys. 122, 143.

Ekers, R.D., Goss, W.M., Wellington, K.J., Bosma, A., Smith, R.M., Schweizer, F., The large scale radio structure of Fornax A, Mon. Not. R. Astr. Soc. 127, 361.

Ekers, R.D., Simin, S.M., Radio structure and optical kinematics of the cD galaxy Hydra A (3C218), Ap. J. 265, 85.

Fárnik, F., Kaastra, J., Kálmán, B., Karlický, M., Slottje, C., Valnicek, B., X-ray, Hα and radio observations of the two-ribbon flare of May 16, 1981, Solar Phys. 89, 355.

Fielden, J., Downes, A.J.B., Allington-Smith, J.R., Benn, C.R., Longair, M.S., Perryman, M.A.C., Further high resolution observations of faint radio sources and the angular size-flux density relation, Mon. Not. R. Astr. Soc. 204, 289.

Gathier, R., Pottasch, S.R., Goss, W.M., A VLA observation of the planetary nebula K648 in Messier 15, Astron. Astrophys. 127, 320.

Gathier, R., Pottasch, S.R., Goss, W.M., VLA observations of planetary nebulae at the galactic centre, Astron. Astrophys. 128, 325.

Gorkom, J.H. van, Ekers, R.D., HI observations of the high velocity system in NGC 1275, Ap. J. 267, 528.

Goss, W.M., Retallack, D.S., Felli, M., Shaver, P.A., Westerbork HI observations of the HII region W3, Astron. Astrophys. 117, 115.

Gottesman, S.T., Hunter Jr., J.H., Shostak, G.S., The NGC 1961 group of galaxies, Mon. Not. R. Astr. Soc. 202, 21P.

Habing, H.J., Olnon, F.M., Winnberg, A., Matthews, H.E., Baud, B., OH/IR stars within one degree of the galactic centre, Astron. Astrophys. 128, 230.

Heckman, T.M., Breugel, W. van, Miley, G.K., Butcher, H.R., Optical spectroscopy of the radio loud nuclei of spiral galaxies: Starburst or monsters?, Astron. J. 88, 1077.

Heckman, T.M., Balick, B., Breugel, W. van, Miley, G.K., Observations of neutral hydrogen in radio loud and interacting galaxies, Astron. J. 88, 583.

Heiles, C., Kulkarni, S.R., Stevens, M.A., Backer, D.C., Davis, M.M., Goss, W.M., Distance to the 1.5 millisecond pulsar and other 4C21.53 objects, Ap. J. 273, L75.

Herman, J., The nature of OH/IR stars, properties and characteristics of an evolved stellar population, Ph. D. thesis, RU Leiden.

Hobbs, L.M., Black, J.H., Dishoeck, E.F. van, Interstellar C_2 molecules in a Taurus dark cloud, Ap. J. Letters 271, L95.

Hulst, H.C. van de, Nanohertz astronomy, in "The early years of radio astronomy", ed. W.T. Sullivan, Cambridge University Press.

Hulst, J.M. van der, Golisch, W.F., Haschick, A.P., The HI absorption in NGC 5128 (Centaurus A), Astrophys. J. 264, L37.

Hulst, J.M. van der, Hummel, E., Davies, R.D., Pedlar, A., Albada, G.D. van, Radio discovery of a young supernova, Nature 306, 566.

Hummel, E., Kotanyi, C.G., The radio continuum properties of SO galaxies, Astron. Astrophys. 106, 183.

Hummel, E., Kotanyi, C.G., Ekers, R.D., Radio continuum emission of nearby elliptical galaxies: statistical properties, Astron. Astrophys. 127, 205.

Israel, F.P., Hulst, J.M. van der, A radio continuum survey of nearby galaxies, I. Observations at 0.4, 0.8, 4.8 and 10.7 GHz, Astron. Journal 88, 1736.

Jägers, W.J., The cluster around 3C130, Astron. Astrophys. 125, 172.

Jägers, W.J., Grijp, M.H.K. de, One-sided ejection in the prototype tailed radio galaxy 3C129?, Astron. Astrophys. 127, 235.

Jägers, W.J., Ma, E., Radio observations of the radio galaxy 3C390 at 0.6 GHz, Acta Astronomica Sinica, vol. 29, no. 4, 360.

Katgert, P., Thuan, T.X., Windhorst, R.A., Einstein X-ray observations of optical-radio selected areas, Ap. J. 275, 1.

Kattenberg, A., Allaart, M., 6 centimeter observations of solar bursts with 0.1 s time constant and arcsec resolution, Ap. J. 265, 535.

Kattenberg, A., Palagi, F., One-dimensional high time resolution solar observations with the Westerbork Synthesis Radio Telescope, Astron. Astrophys. 125, 1.

Kotanyi, C.G., Ekers, R.D., A Westerbork map of the core of the Virgo cluster, Astron. Astrophys. 122, 267.

Kuijpers, J., Tapping, K.F., Graham, D., Very long baseline interferometry of solar flares, in "Activity in red dwarf stars", P.B. Byrne and M. Rodono (eds.), D. Reidel Publ. Company, p. 339.

Liszt, H.S., Hulst, J.M. van der, Burton, W.B., Ondrechen, M.P., VLA synthesis of HI absorption toward Sgr A, Astron. Astrophys. 126, 341.

Manchester, R.N., Newton Lynette, M., Hamilton, P.A., Goss, W.M., Pulsar timing observations at Tidbinbilla - 1975 to 1981, Mon. Not. R. Astr. Soc. 202, 269.

Merritt, D.R., Zeeuw, P.T. de, Orbital configurations for gas in elliptical galaxies, Ap. J. Letters 267, L21.

Miley, G.K., Norman, C., Silk, J., Fabbiano, G., X-ray observations of radio-jet galaxies, Astron. Astrophys. 122, 330.

Moorsel, G.A. van, Neutral hydrogen observations in double spiral galaxies. II. NGC 3958/3963, NGC 5289/5290, NGC 5673/IC 1029, NGC 5107/5112, Astron. Astrophys. Suppl. 53, 271.

Moorsel, G.A. van, Neutral hydrogen observations of double spiral galaxies. III. NGC 3504/3512, NGC 4085/4088, IC 65/UGC 622, NGC 797/801, Astron. Astrophys. Suppl. 54, 1.

Moorsel, G.A. van, Neutral hydrogen observations in double spiral galaxies. IV. NGC 4618/4625, NGC 4016/4017, NGC 3725/UGC6528, UGC 725/728, NGC 2336/IC 467, Astron. Astrophys. Suppl. 54, 19.

Mulder, W.A., Periodic orbits and warps, Astron. Astrophys. 121, 91.

Neff, S.G., Bruyn, A.G. de, The compact radio core of Mkn 348: evidence for directed outflow in a type 2 Seyfert galaxy, Astron. Astrophys. 128, 318.

Ondrechen, M., Hulst, J.M. van der, Radio continuum observations of the bar of NGC 1097, Astrophys. J. 269, L47.

Sanders, R.H., The reconfinement of jets, Ap. J. 266, 73.

Sargent, W.L.W., Sancisi, R., Lo, K.Y., The HI distribution in an extremely faint dwarf irregular galaxy M81 dwA, Ap. J. 265, 711.

Schilizzi, R.T., Bruyn, A.G. de, Large scale structures of superluminal radio sources, Nature 303, 26.

Schooneveld, C. van, Sondag, M., Spectrum analysis: On the application of data windowing to Kay and Marple's results, Proc. IEEE, vol. 71, 6, 776.

Shaver, P.A., Radhakrishnan, V., Anantharamaiah, K.R., Retallack, D.S., Wamsteker, W., Danks, A.C., Anomalous motions of HI clouds, Astron. Astrophys. 106, 105.

Shaver, P.A., Wall, J.V., Danziger, I.J., Ekers, R.D., Fosbury, R.A.E., Goss, W.M., Malin, D., Moorwood, A.F.M., Pocock, A.S., Tarenghi, M., Wellington, K.J., PKS 0400-181: a classical radio double from a spiral galaxy?, Mon. Not. R. Astr. Soc. 205, 819.

Shostak, G.S., Gorkom, J.H. van, Ekers, R.D., Sanders, R.H., Goss, W.M., Cornwell, T.J., A search for neutral hydrogen in radio galaxies, Astron. Astrophys. 119, L3.

Singh, P.D., Dishoeck, E.F. van, Dalgarno, A., The photodissociation lifetimes of OH and OD radicals in comets, Icarus 56, 184.

Spoelstra, T.A.Th., The influence of ionospheric refraction on radio astronomy interferometry, Astron. Astrophys. 120, 313.

Spoelstra, T.A.Th., Matthews, H.E., Observations of the ON1 and ON2 HII regions at 610 MHz, Astron. Astrophys. 126, 433.

Stocke, J., Liebert, J., Stockman, H., Danziger, J., Lub, J., Maccarano, T., Griffiths, R., Giommi, P., Discovery of a new BL Lacertae object (1E 1402.3+0416) with the Einstein observatory, Mon. Not. R. Astr. Soc. 200, 27P.

Strom, R.G., Fanti, R., Parma, P., Ekers, R.D., Multi-frequency observations of the radio galaxy 3C31, Astron. Astrophys. 122, 305.

Tapping, K.F., Kuijpers, J., Kaastra, J.S., Nieuwkoop, J. van, Graham, D., Slottje, C., VLBI of solar flares, Astron. Astrophys. 122, 177.

Tarter, J.C., Israel, F.P., A symbiotic approach to SETI observations: Use of maps from the Westerbork Synthesis Radio Telescope, Acta Astronautica 9, 415.

Valentijn, E.A., Bijleveld, W., The Trivariate (radio, optical, X-ray) luminosity function of cD galaxies; II. The fueling of radio sources, Astron. Astrophys. 125, 223.

Viallefond, F., Donas, J., Goss, W.M., HII regions in M33. I. Radio and Hα observations of the HII complex NGC 595, Astron. Astrophys. 119, 185.

Viallefond, F., Thuan, T.X., A multifrequency study of star formation in the blue compact dwarf galaxy I Zw 36, Ap. J. 269, 444.

Zeeuw, P.T. de, Merritt, D.R., Stellar orbits in triaxial galaxies. I. Orbits in the plane of rotation, Ap.J. 267, 571.

E.2. Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen.

Albada, G.D. van, Gas flow models for barred spirals, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 227.

Allen R.J., Atherton, P.D., Oosterloo, T.A., Taylor, K., recent Taurus results on Hα velocities in M83, in :Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 147.

Barthel, P.D., Curvature in high-redshift quasars, in: Astrophysical Jets (ed. A. Ferrari, A.G. Pacholczyk), Reidel, Dordrecht, p. 91.

Bloemen, J.B.G.M., Gamma radiation as a tracer of the local interstellar gas, in: Proc. Kinematics, Dynamics and Structure of the Milky Way (ed. W.L.J. Shuter), Reidel, Dordrecht, 31.

Bloemen, J.B.G.M., Fold-out maps of the large-scale distribution of high-energy gamma-ray emission and integrated HI emission, in: Proc. Surveys of the southern galaxy (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, App. A4 and A5.

Bosma, A., HI velocity fields and rotation curves, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 11.

Bosma, A., Lenses and low surface brightness disks, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 253.

Brand, J., CO in southern sources, in: Surveys of the southern galaxy (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), p. 223.

Brand, J., Bij, M.D.P. van der, Habing, H.J., Vries, C.P. de, Graauw, T. de, Israel, F.P., Stadt, H. van der, CO(J=2-1) observations of galactic HII regions, in: Kinematics, dynamics and structure of the Milky Way (ed. W.L.H. Shuter), Reidel, Dordrecht, p. 159.

Braun, R., Laan, H. van der, Strom, R.G., Radio synthesis maps of large supernova remnants, in: Supernova Remnants and their X-ray emission (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 373.

Braun, R., Goss, W.M., Danziger, I.J., Boksenberg, A., The kinematics of the SNR G292.0+1.8, in: Supernova remnants and their X-ray emission (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 159.

Brinks, E., A high resolution HI survey of M31, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 23.

Brinks, E., High velocity HI in the inner 5 kpc of M31, in: Internal Kinematics and Dynamics of galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 27.

Brinks, E., Bajaja, E., HI shell in M31, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 139.

Brinks, E., A high resolution HI survey of M31, in: Proc. Leiden Workshop on southern galactic surveys, Astrophysics and space science library (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, vol. 105, p. 239.

Brinks, E., Bajaja, E., HI structures in M31, in: Proc. Leiden Workshop on southern galactic surveys, Astrophysics and space science library (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, vol. 105, p. 247.

Burton, W.B., Liszt, H.S., A CO structure near the galactic center with strong positional and kinematic gradients, in: Surveys of the southern galaxy (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, p. 149.

Burton, W.B., Summary: Observational viewpoint, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 403.

Burton, W.B., Israel, F.P., editors, Surveys of the southern galaxy, Reidel, Dordrecht.

Dishoeck, E.F. van, Dalgarno, A., Ab initio calculations on photodissociation processes in the OH molecule, in: Second European workshop on molecular spectra and photon induced dynamics (ed. M.J. van der Wiel), AMOLF-Report 83-3, p. 24

Dishoeck, E.F., Hemert, M.C. van, Allison, A.C., Dalgarno, A., Photodissociation of OH through non-adiabatic interaction, in: ICPEAC XIII Book of abstracts (ed. J. Eichler et al), Berlin, p. 48.

Gathier, R., Pottasch, S.R., Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, VLA observations of planetary nebulae near the galactic centre, in: Planetary Nebulae (ed. D.R. Flower), IAU Symp. 103, Reidel, Dordrecht, p. 423.

Goss, W.M., Schwarz, U.J., Ekers, R.D., Gorkom, J.H. van, VLA observations of Sgr A, in: Supernova Remnants and their X-ray emission (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 65.

Graauw, Th. de, Israel, F.P., Vries, C.P., A first CO (J=2-1) survey of the southern hemisphere, in: Surveys of the southern galaxy (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, p. 17.

Gregory, P.C., Braun, R., Fahlman, C.G., Gull, S.F., Comparison of radio and X-ray observations of SNR G109.1-1.0 (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 437.

Hanisch, R.J., New low-frequency observations of giant radio galaxies, Bull.Amer.Astron.Soc. 15, 659, 1983.

Hermsen, W., Bloemen, J.B.G.M., The large-scale distribution of galactic gamma-ray emission, in: Surveys of the southern galaxy (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, p. 65.

Hughes, V.A., Harten, R.H., Costain, C., Nelson, L., Viner, M.R., Radio observations of the supernova remnant CTB109 (G109.2-1.0) in: Supernova Remnants and their X-ray emission (eds. Danziger, J., Gorenstein, P.) IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 455.

Hulst, H.C. van de, Science and space, in: 25 years in space (ed. A.A. Needell) Smithsonian Institute Press.

Hulst, H.C. van de, Planning space science, in: Topics in plasma-, astro- and space physics - A volume dedicated to Reimar Lüst (eds. G. Haerendel, B. Battrick), Max Planck Institut für Extraterrestrische Physik, Garching, p. 3-8.

Hulst, J.M. van der, Ondrechen, M.P., Gorkom, J.H. van, Hummel, E., HI in the barred spiral galaxies NGC 1365 and NGC 1097, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. no. 100, Reidel, Dordrecht, p. 233.

Hummel, E., Hulst, J.M. van der, Gorkom, J. van, Kotanyi, C., The radio emission of interacting galaxies, in: Extragalactic radio sources (eds. D.S. Heeschen, C.M. Wade), IAU Symp. 97, Reidel, Dordrecht, p. 93.

Kalberla, P.M.W., Goss, W.M., Schwarz, U.J., Spintemperatur und Klumpung im HI, Mitteilungen Astron. Gesellschaft 60, p. 392.

Kruit, P.C. van der, Shostak, G.S., Vertical motion and the thickness of HI disks: Implications for galactic mass models, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 69.

Laan, H. van der, Katgert, P., Windhorst, R.A., Oort, M., The evolution of the radio galaxy population as determined from deep radio-optical surveys, in: Early evolution of the Universe and its present structure (eds. Abell, Chincarini), IAU Symp. 104, Reidel, Dordrecht, p. 73.

Liszt, H.S., Burton, W.B., ^{13}CO in the galactic plane: The cloud-to-cloud velocity dispersion in the inner galaxy, in: Kinematics, dynamics and structure of the Milky Way (ed. W.L.H. Shuter), Reidel, Dordrecht, p. 135.

Ma Er, Strom, R.G., The radio morphology and possible nature of 3C58, in: Supernova Remnants and their X-ray emission (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, p. 341.

Martinet, L., Zeeuw, P.T. de, Three dimensional orbits in triaxial galaxies, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 287.

Miley, G.K., Optical emission from extended radio sources, in: Proc. Torino workshop on astrophysical jets (eds. A. Ferrari, A.G. Pacholczyk), Reidel, Dordrecht, p. 99.

Neff, S.G., Bruyn, A.G. de, VLBI observations of compact structure in Seyfert galaxy nuclei, Bull.Amer.Astron.Soc. 14, 948.

Oort, J.H., Keynote: Structure of the Universe, in: Early evolution of the universe and its present structure (eds. G.A. Abell, G. Chincarini), Reidel, Dordrecht, p. 1.

Oort, J.H., Superclusters, in: Annual Rev. Astronomy and Astrophys. 21, p. 373.

Oort, J.H., Association of quasars and superclusters, in: Quasars and gravitational lenses, 24th Liège Astrophysical Colloquium, p. 301.

Pottasch, S.R., Gathier, R., Goss, W.M., Distance determinations from 21 cm interstellar absorption line measurements, in: Planetary Nebulae (ed. D.R. Flower), IAU Symp. 103, Reidel, Dordrecht, p. 541.

Sancisi, R., Gas at large radii, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 55.

Sanders, R.H., NGC 4258: A bent jet in a spiral galaxy, in: Extragalactic radio sources (eds. D.S. Heeschen, C.M. Wade), IAU Symp. 97, Reidel, Dordrecht, p. 145.

Sanders, R.H., The distribution of SO's in HI content, in: The Comparative HI content of normal galaxies (eds. M. Haynes, R. Giovanelli), Green Bank, W.Va. USA, p. 69.

Sanders, R.H., Teuben, P.J., Albada, G.D. van, Periodic orbits and gas flow in barred spiral galaxies, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 221.

Schilizzi, R.T., Romney, J.D., Spencer, R.E., Fejes, I., Jets in SS433, in: Astrophysical Jets, Proc. Torino Workshop 1983, (eds. A. Ferrari, A.G. Pacholczyk), Reidel, Dordrecht, p. 157.

Schilizzi, R.T., European VLBI: prospects for the next 10 years, in: Proc. Toulouse Workshop on VLBI 1983 (ed. F. Biraud), Cepadues - Editions, p. 433.

Shane, W.W., Krumm, N., Neutral hydrogen mapping of three SO galaxies, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 105.

Shostak, G.S., Brinks, E., The production of a 16-mm film of M31, in: Proc. Leiden workshop on southern galactic surveys, Astrophysics and space science library (eds. W.B. Burton, F.P. Israel), Reidel, Dordrecht, vol. 105, p. 243.

Shostak, G.S., Woerden, H. van, HI observations of the irregular galaxy IC10, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies, (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, P. 33.

Strom, R.G., Structural changes in Cas A, Tycho and other young supernova remnants, in: Supernova remnants and their X-ray emission (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 37.

Teuben, P.J., Sanders, R.H., Onset of stochasticity in barred spirals, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 211.

Warmels, R.H., Woerden, H. van, Diameters of HI disks in the Virgo cluster and in field galaxies, in: Early Evolution of the Universe and its Present Structure (eds. G.O. Abell and G. Chincarini), IAU Symp. 104, Reidel, Dordrecht, p. 261.

Warmels, R.H., Diameters of HI disks in the Virgo Cluster, in: Clustering in the Universe, (eds. D. Gerbal and A. Mazure), Paris: Editions Frontières, p. 255.

Weiler, K.W., Sramek, R.A., Hulst, J.M. van der, Panagia, N., Radio supernovae, in: Supernova remnants and their X-ray emission, (eds. J. Danziger, P. Gorenstein), IAU Symp. 101, Reidel, Dordrecht, p. 171.

Woerden, H. van, Driel, W. van, Schwarz, U.J., Distribution and motions of atomic hydrogen in lenticular galaxies, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 99.

Zeeuw, P.T. de, Franx, M., Meys, J., Brink, K., Habing, H.J., The stability of axisymmetric galaxy models with anisotropic dispersion, in: Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies (ed. E. Athanassoula), IAU Symp. 100, Reidel, Dordrecht, p. 285.

Zeeuw, P.T., de, Structure and evolution of triaxial galaxies, in: Formation and evolution of galaxies and large structures in the universe (ed. J. Audouze), Reidel, Dordrecht, p. 293.

E.3. Populaire artikelen.

Barthel, P.D., MERLIN - scherp zien met zes ogen, Zenit, 10, 370.

Barthel, P.D., Steeds beter zien met radiotelescopen, De Jonge Onderzoeker, nov./dec.

Bruyn, A.G. de, Aktieve sterrenstelsels, Ned. Ver. Weer- en Sterrenkunde, Afd. Zutphen.

Bruyn, A.G. de, Supernovae en hun restanten, Ned. Ver. Weer- en Sterrenkunde, Afd. Zwolle.

Bijleveld, W., Tijd in de sterrenkunde, (Wat is tijd?), uitg. Rotterdamse Kunststichting.

Bijleveld, W., Oort en het Heelal; Tastbaar Heelal (Boekbespreking), Natuur en Techniek 51, 149.

Bijleveld, W., Monsterstelsels en superclusters, Zenit 10, 304.

Bijleveld, W., Radiostraling van clusters, Zenit 10, 474.

Bijleveld, W., Clusters in röntgenlicht, Zenit 10, 503.

Bijleveld, W., The Milky Way (Book review), Space Science Reviews 36, 419.

Goss, W.M., Gathier, R., Een supersnelle pulsar, Zenit 10, 174.

E.4. Internal Technical Reports.

None.

E.5. Notes. *

No.	Auteur	Titel
383	J.P. Hamaker E. Raimond N. Parker	Remote observing with the La Palma telescopes. - An exploration from the implementer's viewpoint.
384	J.D. O'Sullivan	Interactive graphics with the laboratory computer.
385	C. Slottje	Het kiezen van de waarneemdagen voor waarneming van zonnevlammen met de S.R.T.
386	H.H.J. Lem	Reduction of galactic observations on the HP computer.
387	R.H. Harten J.P. Hamaker G.N.J. van Diepen K. Kombrink	DWARF programmers guide - version 2.
388	R.H. Harten J.P. Hamaker G.N.J. van Diepen K. Kombrink	DWARF users guide for DWCL - version 1.
389	R.H. Harten et al.	nog niet verschenen
390	J.D. Bregman	Gebruik van de SRT ontvanger besturings-eenheden.
391	A. Wolfers	Speling in de declinatiebeweging van de teleskopen 8, 9, A, B.
392	W.N. Brouw	Extended desk calculator.
393	J.P. Hamaker	Report on a discussion with the PTT on data communication with La Palma.
394	E.E.M.Woestenburg	Een lage-ruis FET-versterker voor 1,5 GHz met induktieve terugkoppeling in de source.
395	A.van Ardenne	On the comparison between satellite link and clock performance for VLBI purposes including a satellite link performance measure. Addendum to Note 341.
396	J.D. Bregman J.L. Casse	MT thermal model (part 2)
397	A.C. Hin	Standaard WSRT - jaarschedule.
398	A.G. de Bruyn J.M. v.d. Hulst	327 MHz: status report and future outlook.
399	A.van Ardenne	Het gebruik van de frequency stability analyser.

No.	Auteur	Titel
400	C. Slottje	Kan de 25m teleskoop te Dwingeloo als survey instrument in bedrijf blijven.
401	R.P. Millenaar	Some new microprocessor boards.
402	J.D. Bregman	Voorstel WSRT kloksysteem.
403	R.H. Harten	A proposal for the data transport, archive and data base system for the Observatory on La Palma.
404	R.H. Harten	Dwingeloo computer equipment planning 1983-1986.
405	W.N. Brouw	Muse: Full screen editor on the VAX.
406	J.P. Hamaker	Some VAX performance figures.
407	J.L. Casse	MT Thermal model (part 3).
408	J.D. Bregman	Nog niet verschenen.
409	J. Sikken	Geraamte voor een algemeen transformatie programma.
410	T.A.Th.Spoelstra	Beschrijving van het opschoonprogramma RUIMOP.
411	R.P. Millenaar	On the choice of MT microprocessor control systems.
412	R.H. Harten	The proposed system for the transport, archiving and referencing of data for the Observatory Roque de los Muchachos in La Palma (post workshop version).
413	J.P. Hamaker	Prospects for remote observing on La Palma and Hawaii (A report to the UK/NL Joint Steering Committee).
414	J.L. Casse	MT Thermal model (part 4): time constants.
415	J.D. Bregman	Planning laboratorium-computer 1984-1986.
416	J.L. Casse	Thermal model for the UKIRT hybrid cryostat.
417	J.D. Bregman	Nog niet verschenen.
418	R.P. Millenaar	Nog niet verschenen.
419	E.E.M.Woestenburg	Rectangular waveguide standard for mm/-sub-mm waves.

* 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
J.S. Albinson	"HI around HII Regions".
R.S. Le Poole	"Large telescope workshop at R.G.O."
W.M. Goss	"The Discovery of the Pulsar 4C21.53".
B. Burton	"titel onbekend"
P. Biermann	"M82: An Excellent Laboratory to Study Star Formation and Supernovae".
J.D. O'Sullivan	"Thoughts on some aspects of the DCB".
F.P. Israel	"Moleculaire wolken in de melkweg" (incl. een verhaal over de CO ontvangers en waarneemervaring in Chili).
E. Raimond	"Resultaten van IRAS".
H. Butcher	"Summary of the ESO/CERN conference on Particle Physics, Cosmology and the Early Universe".
J. Dickel	"Young SNR's".

E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting.*

Albinson, J.S., HI towards Herbig-Haro objects, Kapteyn Lab., Groningen, februari.

Bos, A., Recent developments in the NFRA, Nobeyama Radio Observatory, Japan, september.

Bruyn, A.G. de, The large scale structure of the superluminal and other core-dominated sources, Kapteyn Lab. Groningen, maart; Nieuwe mogelijkheden met de WSRT in redundantie mode: resultaten en plannen, Sterrewacht Leiden, oktober.

Hamaker, J.P., Current activities in the NFRA, CSIRO, Epping, Australië; Fundamentals of radio astronomy, Bosscha Observatory, Java, Indonesië.

Neff, S.G., VLBI studies of Mkn 348, MPIfR, Bonn, Duitsland, november; VLBI observations of Seyfert galaxies, Sterrewacht Utrecht, december.

Raimond, E., IRAS, NRAO, Socorro, USA, november; IRAS, Armand Hammer United World College, Montezuma, NM, USA, november.

Schilizzi, R.T., VLBI in Space - the QUASAT project, ESO, München, Duitsland.

Spoelstra, T.A.Th., The influence of ionospheric refraction on radio astronomy interferometry, TIFR, Ootacamund, India, februari; Multi-technique study of ionospheric irregularities, TIFR, Ootacamund, India, februari; Astronomy, philosophy and religion, TIFR, Ootacamund, India, februari; The influence of ionospheric refraction on radio astronomy interferometry, TIFR, Bangalore, India, maart; Radio astronomy in the Netherlands, TIFR, Bombay, India, maart; Golven in de ionosfeer, Sterrewacht Leiden, april; Radio observations of novae, Jagiellonian Univ., Krakow, Polen, november; Radio observations of the galactic magnetic field, Jagiellonian Univ., Krakow, Polen, november; Radio observations of novae, Nic.Copernicus University, Torun, Polen, november; Atmospheric effects on radio interferometry, Torun Radio Astr. Obs., Piwnice, Polen, november; Radio observations of the galactic magnetic field, Astr. Sect. Polish Ac. of Sci., Torun, Polen, november.

Woestenburg, E.E.M., Een lage-ruis FET-versterker voor 1,5 GHz met induktieve terugkoppeling in de source, TW Twente, Enschede, maart.

* Dwingeloo colloquia zijn niet inbegrepen, zie onder E.6.

E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen.

Albinson, YERAC, Zweden, juni; IAU Symp. 106 on the Milky Way Galaxy, Groningen, mei/juni.

Ardenne, A. van, 7e Int. Conf. IR/MM-waves, Marseille, Frankrijk, februari.

Bos, A., URSI/IAU Symp. on Indirect Imaging, Sydney, Australië, september.

Bregman, J.D., 8th Symp. on Photoelectronic Image Devices, Londen, Engeland, september.

Brouw, W.N., URSI/IAU Symp. on Indirect Imaging, Sydney, Australië, september.

Bruyn, A.G. de, IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Bologna, Italië, juni.

Hamaker, J.P., URSI/IAU Symp. on Indirect Imaging, Sydney, Australië, september.

Hanisch, R.J., 161st meeting AAS, St. Paul, USA, januari; Meeting on clusters and groups of galaxies, Triëst, Italië, september.

Neff, S.G., 161st AAS meeting, Boston, USA, januari; IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Bologna, Italië, juni.

Noordam, J.E., URSI/IAU Symp. on Indirect Imaging, Sydney, Australië, september.

Raimond, AAS/OSA Joint Topical Meeting on Information Processing in Astronomy and Optics, St. Paul, USA, juni

Schilizzi, R.T., IAU Symp. 110 on VLBI and Compact Radio Sources, Bologna, Italië, juni; Workshop on Superluminal Sources, Jodrell Bank, Engeland, februari.

Spoelstra, T.A.Th., Int. Symp. on Beacon satellite studies of the Earth's Environment, and workshop Beacon techniques and applications, Delhi, India, februari; AGARD conf. on Characteristics of the lower Atmosphere influencing radio wave propagation, Spatind, Noorwegen, oktober.

Strom, R.G., IAU Symp. 106 on The Milky Way Galaxy, Groningen, mei/juni.

Woestenburg, E.E.M., 13th European Microwave Conference, Neurenberg, W.-Duitsland, september.

Appendix F. ADRESLIJST.

Amsterdam (G.U.):	Sterrekundig Instituut Anton Pannekoek, Universiteit van Amsterdam, Roeterstraat 15, 1018 WB Amsterdam, 020-5229111. Postadres: Postbus 20239, 1000 HE Amsterdam.
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. 09-4989370060, 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, telex F 980753.
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, telex 48228. Postadres: Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen.
La Palma:	Observatorio del Roque de los Muchachos, SERC, RGO, Apartado de Coores 321, Santa Cruz de La Palma, Prov. de Tenerife, Canarias, Spanje, tel. 09-3422411005, telex E 92757.
RAL:	Rutherford/Appleton Laboratories, Techn. Div. Bldg. R65, Chilton, Didcot, Oxforshire OX11 OQX, 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, 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, telex 31660. Postadres: Postbus 93138, 2509 AC Den Haag.

Akkerman, H.A., Groningen, 050-116688.
Kleine Kruisstraat 8, 7912 TW Groningen, 050-137121.
Albada, Dr. G.D. van, Groningen, 050-116623.
Bekemaheerd 49, 9737 PR Groningen, 050-415659.
Albada, Prof.Dr. T.S. van, Groningen, 050-116650.
Groenestein 31, 9301 TP Roden, 05908-17093.
Albinson, Dr. J.S., Dwingeloo.
De Snikke 59, 7908 DL Hoogeveen, 05280-75329.
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.
Arnal, Dr. E.M., Instituto Argentino de Radioastronomia, C.C. no. 5, 1894 Vila Elisa, Argentinië, tel. 09-542143793.
Atherton, Dr. P.D., Groningen, 050-116638.
Groenendaal 5, 9722 CM Groningen, 050-251723.
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, tel. 09-542143793.
Baldwin, Dr. J.E., Cambridge.
Barthel, Drs. P.D., Leiden, tst. 5839.
Gerbrandylaan 28,2253 LA Voorschoten,071-720464.
Baud, Dr. B., Groningen, 050-116625.
Ter Braaklaan 12, 9721 XS Groningen, 050-260385.
Beerekamp, W.H.J., Westerbork.
Valderseweg 2, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1923.
Begeman, Drs. K., Groningen, 050-116612.
Oldenburgerstraat E 118, 9663 RW Nieuwe Pekela, 05978-45514.
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.
Boksenberg, Prof. A., RGO.
Boland, Dr. W.H.W.M., Astron.
Burg. Weimalaan 14, 7948 AM Nijeveen, 05229-2281.
Bontekoe, Drs. Tj.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., Leiden, tst. 5882.
Kloksteeg 12, 2311 SL Leiden, 071-133084
Boulanger, F., Groningen, 050-116710.
Marsstraat 21, 9742 EK Groningen, 050-712406.
Braes, Dr. L.L.E., Leiden, tst. 5873.
Vondellaan 56, 2332 AG Leiden, 071-765065.
Brand, Drs. J., Leiden, tst. 5864.
Prinsegracht 5^{b}, 2512 EW Den Haag, 070-233322.
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, Drs. E., Leiden, tst. 5847.
Adm. Banckertweg 25, 2315 SR Leiden, 071-124746.
Brouw, Prof.Dr. W.N., Dwingeloo.
Eursingerweg 28, 9411 BB Beilen, 05930-3514.
Brouwer, Ir. J.F.F., 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.
Bijleveld, Drs. W., Leiden, tst. 5841.
Steenstraat 25, 2405 GW Alphen aan de Rijn, 01720-75226.
Carignan, Dr. C., Groningen, 050-116649.
Fongersplaats 179, 9725 LL Groningen, 050-270314.

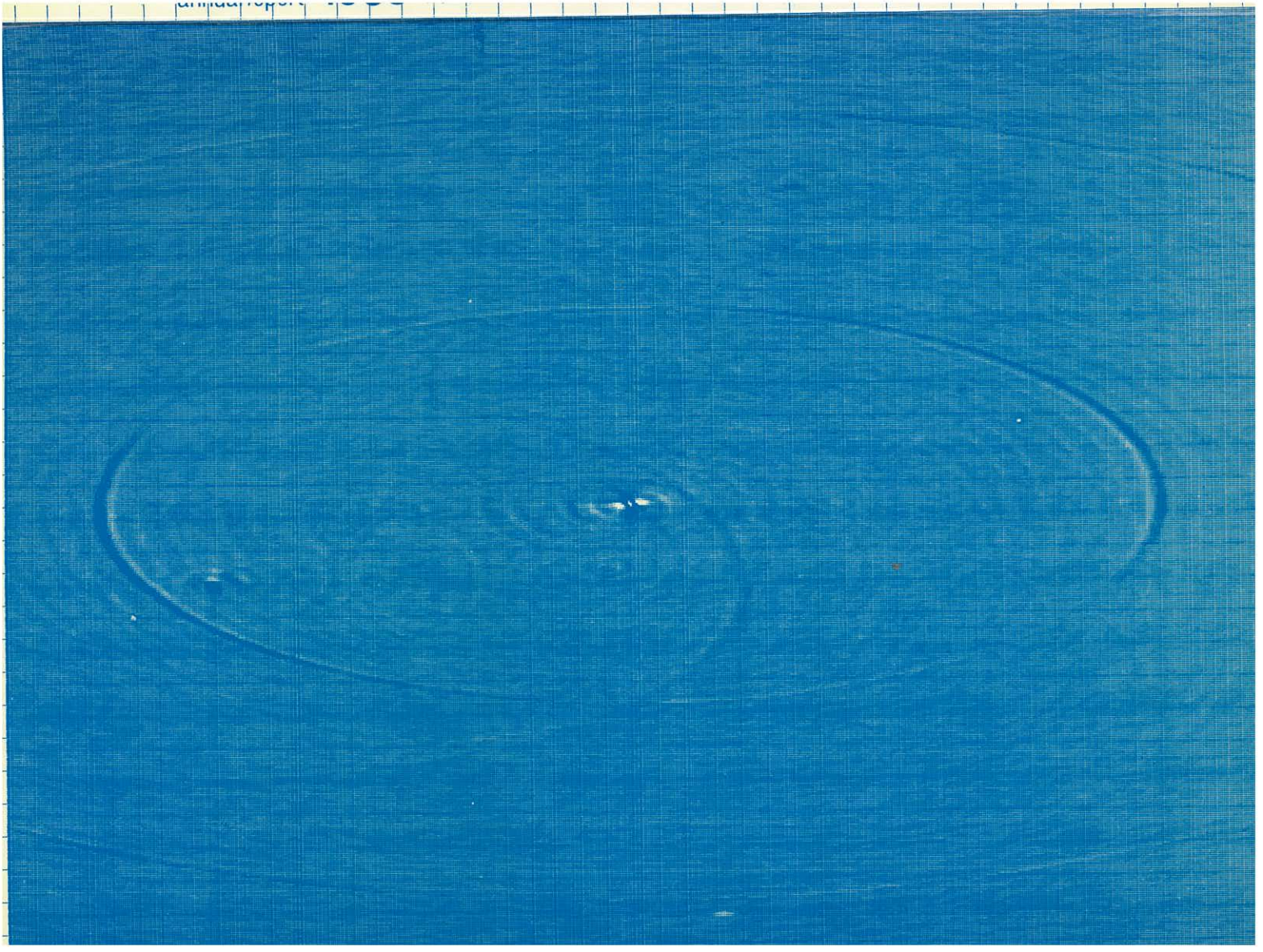
Casertano, Dr. S.P.R., Scuola Normale Superiore, Piazza dei Cavalieri, Pisa, Italië, 09-395043554.
Casse, Ir. J.L., Dwingeloo.
Kleine Beer 62, 7904 LV Hoogeveen, 05280-65392.
Christiansen, Prof.Dr. W.N., "Bingera" RMB 436, Macks Reef Rd., Sutton, Via Bungendore, N.S.W. 2621, Australië.
Cole, Prof. T.W., School of Electrical Engineering, University of Sydney, NSW 2006, Australië.
Conway, Dr. R.G., Jodrell Bank.
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.
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, Drs. R, Groningen, 050-116690.
Duindoornstraat 30, 9741 NR Groningen, 050-717668.
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., (tot aug. 1984: NRAO).
Gelmarusstraat 11, 9494 RJ Yde, 05906-1705.
Graauw, Dr. M.W.M. de, SRON, Groningen, 050-116642.
Planetenlaan 437, 9742 HP Groningen, 050-776135.
Greenberg, Prof.Dr. J.M., Leiden, tst. 5894/5915.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
Groningen, Drs. E. van, Leiden, tst. 5828.
Quarles van Uffordstraat 12, 2202 NG Noordwijk, 01719-17243.
Groot, Dr. T. de, Utrecht.
Ornsteinsingel 18, 3571 HT Utrecht, 030-716148.
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., Dwingeloo.
Zuidenweg 15, 7991 AL Dwingeloo, 05219-2372.
Harris, Dr. D.E., Center for Astrophysics, 60 Garden Street, Cambridge, Massachusetts 02138, U.S.A., tel. 09-16178307148.
Harten, Dr. R.H., Dwingeloo.
Melkweg 55, 7904 ER Hoogeveen, 05280-67130.
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.
Hu, Dr. Fu-xing, Groningen, 050-116623.
p/a fam. Alserda, Kraneweg 113, 9718 JN Groningen, 050-120196.
Hulsbosch, Dr. A.N.M., Nijmegen.
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.
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-Rijnsburg, 03438-14845.
Laan, Prof.Dr. H. van der, Leiden, tst. 5848.
Grotiuslaan 10, 2353 BV Leiderdorp, 071-893682.
Lari, Dr. C., Bologna.
Lieshout, Prof.Dr. R. van, Z.W.O.
Longair, Dr. M.S., ROE.
Longo, Dr. G., Groningen, 050-116668.
Osservatorio Astronomico Capodimonte P.G. Via Moiariello 16, 80131 Napels, Italië.
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., Groningen, 050-116689.
Duindoornstraat 89 K447, 9741 PT Groningen, 050-773506.
Meurs, Dr. E.J.A., Max Planck Institut für Astronomie, 6900 Heidelberg 1, Königsstuhl, B.R.D.
Mezger, Dr. P.G., Bonn.
Miley, Dr. G.K., Leiden, tst. 5849.
Mosroos 14, 2317 ET Leiden, 071-132638.
Mo, Dr. Jing-er, Groningen, 050-116659.
Nieuwstraat 52a, 9724 KN Groningen.
Moorsel, Dr. G.A. van, NRAO.
Muller, Prof.Ir. C.A., T.H. Twente, Afd. Elektrotechniek, Postbus 217, 7500 AE Enschede, 053-893589.
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., Leiden, tst. 5878.
Bronckhorststraat 19I, 1071 WL Amsterdam, 020-768420.
Oort, Prof.Dr. J.H., Leiden, tst. 5845.
President Kennedylaan 169, 2343 GZ Oegstgeest, 071-176702.
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.
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.
Ryle, Prof. Sir Martin, Cambridge.
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.
Sellwood, Dr. J.A., Groningen, 050-116805.
Steenhouwerskade 163, 9718 DL Groningen, 050-121747.
Shane, Prof.Dr. W.W., Nijmegen.
Postbus 43, 6580 AA Malden.

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.
Hanaomote-danchi 1102, Hanaomote-cho, Atsuta-Nagoya, Japan.
Shostak, Dr. G.S., Groningen, 050-116666.
Zonnelaan 321, 9742 BH Groningen, 050-713479.
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.
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., Groningen (per 1-5-1984).
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.
Volger, Prof.Dr. J., Jan van Rotselaerlaan 11, 5581 EA Waalre, 04904-3231.
Vries, Drs. J.W.C. de, Klikspaanweg 10, 2324 LW Leiden, 071-760530.

Waard, Drs. G.J. de, Leiden, tst. 5838.
Prinses Mariannelaan 197, 2275 BE Voorburg.
Walterbos, Drs. R., Leiden, tst. 5850.
Watersteeg 3, 2311 HZ Leiden, 071-132030.
Warmels, Drs. R.H., Groningen, 050-116896.
Paramaribostraat 31, 9715 RK Groningen, tel. 050-268234.
Weggemans, J., Westerbork.
Behringhof 29, 7908 BT Hoogeveen, 05280-72371.
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.
Wevers, Drs. B.M.H.R., Groningen, 050-116805.
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.
Windhorst, Drs. 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.
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, 03430-4977.