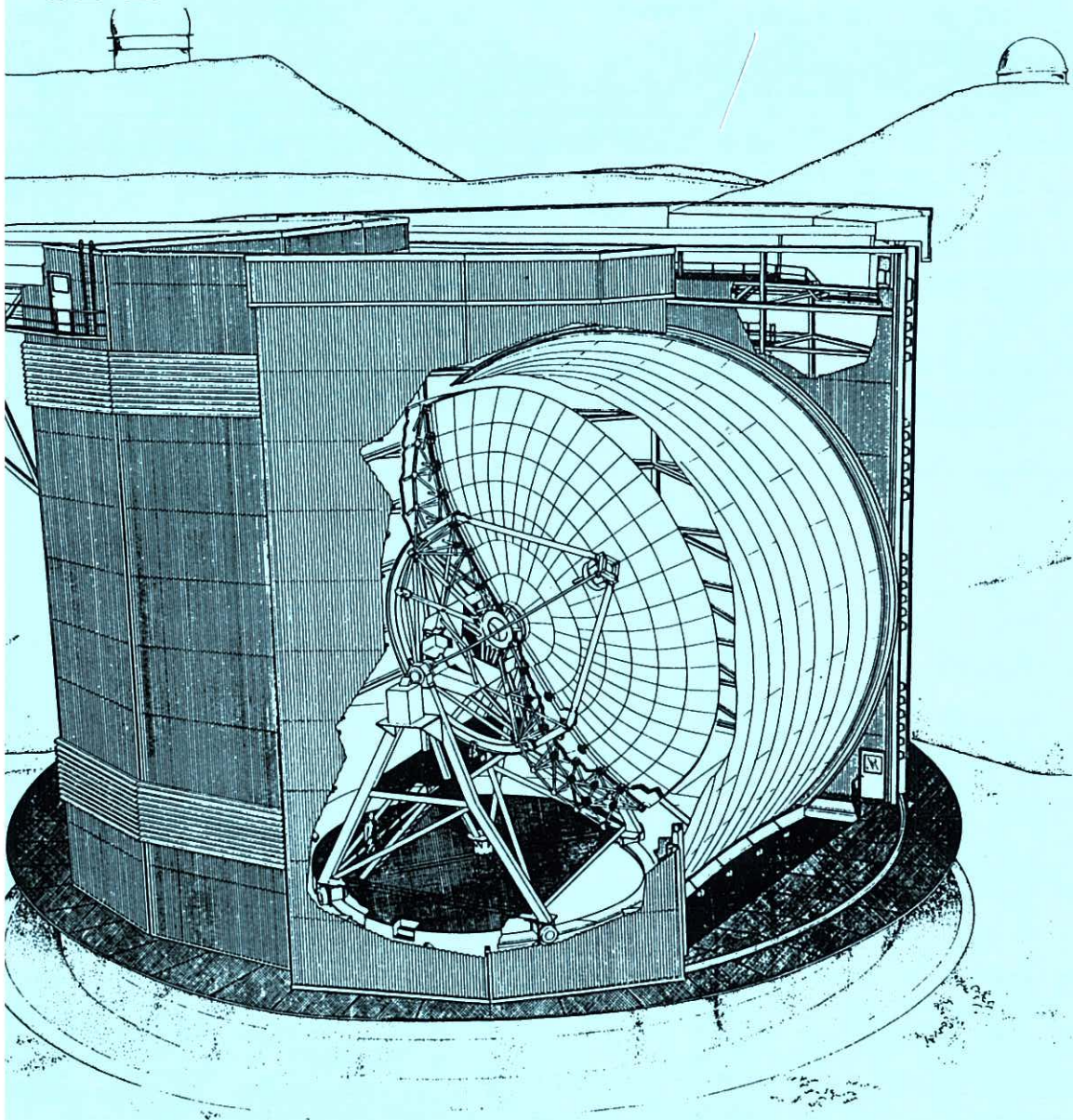


**jaarverslag
annual report**

1982



**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 4,
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 omslagplaat.

Een impressie van de S.E.R.C./Z.W.O. 15 meter millimeter teleskoop in zijn carrousel, te bouwen op 4200 m hoogte op de Mauna Kea, Hawaii. De teleskoop zal in 1986 in bedrijf worden gesteld en gebruikt worden voor waarnemingen op millimeter en sub-millimeter golflengten.

Cover picture.

An impression of the S.E.R.C./Z.W.O. 15 meter millimeter telescope in its carrousel, to be built at an altitude of 4200 meter on Mauna Kea, Hawaii. The telescope will come into operation in 1986 and will be used for observations at millimeter and sub-millimeter wavelengths.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Table of contents	2
1. <u>REPORT OF THE BOARD</u>	6
2. <u>DEPARTMENTAL REPORTS</u>	12
2.1. Westerbork Telescope Group	12
2.2. Dwingeloo Telescope Group	30
2.3. Computer Group	34
2.4. Laboratory and Central Technical Services	42
2.5. Astronomy Group	60
2.6. Administration of the Foundation/General Affairs	64
2.7. Works Council	69
3. <u>ASTRONOMICAL REPORTS</u>	74
3.1. Astronomical Research of Foundation staff	74
3.2. Radio astronomical Research at Anton Pannekoek Institute, Amsterdam	96
3.3. Radio astronomical Research at "Kapteyn Laboratory" Groningen	99
3.4. Radio astronomical Research at Leiden Observatory	146
3.5. Radio astronomical Research at Nijmegen University	181
3.6. Radio astronomical Research at Utrecht Observatory	185
3.7. Report of the Program Committee	186
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	188
4.1. Report of the Board	188
4.2. Departmental Reports	189
4.3. Astronomical Reports	196

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
Inhoudsopgave	3
1. <u>BESTUURSVERSLAG</u>	6
2. <u>AFDELINGSVERSLAGEN</u>	12
2.1. Teleskoopgroep Westerbork	12
2.2. Teleskoopgroep Dwingeloo	30
2.3. Computergroep	34
2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst	42
2.5. Astronomengroep	60
2.6. Algemene Zaken / Het Bureau	64
2.7. Ondernemingsraad	69
3. <u>ASTRONOMISCHE VERSLAGEN</u>	74
3.1. Astronomisch onderzoek van Stichtings- stafliden	74
3.2. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek te Amsterdam.	96
3.3. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen	99
3.4. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden	146
3.5. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrenkundig Instituut te Nijmegen	181
3.6. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht	185
3.7. Verslag van de Programma Commissie	186
4. <u>ENGLISH SUMMARY</u>	188
4.1. Report of the Board	188
4.2. Departmental Reports	189
4.3. Astronomical Reports	196

	Page
Appendix A. <u>ORGANISATION</u>	218
A.1. Board	218
A.2. Management	218
A.3. Committees	219
A.4. Intermediaries other institutes	220
A.5. Works Council	220
A.6. Public Relations	220
A.7. (Inter)national committees	220
Appendix B. <u>PERSONNEL</u>	222
B.1. Bureau of the Foundation	222
B.2. Telescope Group	222
B.3. Central Technical Services	223
B.4. Laboratory	224
B.5. Computer Group	224
B.6. Astronomy Group	225
B.7. Work-students	225
B.8. Temporary personnel	225
Appendix C. <u>FINANCES 1982/1983</u>	226
Appendix D. <u>OBSERVING FACILITIES</u>	227
D.1. Observing facilities at Westerbork	227
D.2. Observing facilities at Dwingeloo	230
Appendix E. <u>PUBLICATIONS AND REPORTS</u>	235
E.1. Research papers	235
E.2. Review papers and conference contributions	241
E.3. Popular papers	244
E.4. Internal Technical Reports	245
E.5. Notes	246
E.6. Colloquia in Dwingeloo in 1982	247
E.7. Colloquia given by Foundation staff	249
E.8. Congress attendance by Foundation staff	250
Appendix F. <u>ADDRESSES</u>	252

	Blz.
Appendix A. <u>ORGANISATIE</u>	218
A.1. Bestuur	218
A.2. Directie	219
A.3. Commissies	220
A.4. Kontaktpersonen instellingen	220
A.5. Ondernemingsraad	220
A.6. Algemene kontakten	220
A.7. (Inter)nationale commissies	222
Appendix B. <u>PERSONEEL</u>	222
B.1. Bureau van de Stichting	222
B.2. Teleskoopgroep	223
B.3. Centrale Technische Dienst	224
B.4. Laboratoriumgroep	224
B.5. Computergroep	225
B.6. Astronomen	225
B.7. Werkstudenten	225
B.8. W.V.-regeling	226
Appendix C. <u>FINANCIEN 1982/1983</u>	227
Appendix D. <u>WAARNEEMFACILITEITEN</u>	235
D.1. Waarneemfaciliteiten Westerbork	230
D.2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo	235
Appendix E. <u>PUBLIKATIES EN RAPPORTEN</u>	241
E.1. Onderzoek artikelen	244
E.2. Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen	245
E.3. Populaire artikelen	246
E.4. Internal Technical Reports	247
E.5. Notes	249
E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1982	250
E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting	
E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen	
Appendix F. <u>ADRESLIJST</u>	252

1. BESTUURSVERSLAG.

Inleiding.

De Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg (R.Z.M.), gesubsidiëerd door de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.), werd oorspronkelijk opgericht om op het gebied van de radiosterrenkunde de technische voorzieningen en de waarnemingen te verzorgen ten behoeve van de Nederlandse universitaire sterrenkundige instituten. Dit culmineerde in de bouw, de uitbouw en de exploitatie van de Synthese Radio Teleskoop (SRT) te Westerbork. Deze teleskoop heeft ruim tien jaar ongeëvenaard aan het front van het radioastronomische onderzoek gefunctioneerd; vorige jaarverslagen van de Stichting geven hierover ruime informatie.

De verdieping van het astrofysisch onderzoek vergt een verbreding van het spectrale gebied waarover de waarnemingen zich uitstrekken. Daarmee groeide ook in Nederland de behoefte aan een verzekerde toegang tot adequate waarneemfaciliteiten bij andere golflengten dan de radiogolflengte. Voor een deel wordt hierin voorzien door het ruimteonderzoek (UV-, röntgen-, γ - en infrarode straling). Sinds kort wordt die toegang voor een ander deel gerealiseerd via Brits-Nederlandse samenwerking voor de observatoria op La Palma en Mauna Kea (voor resp. het visuele gebied en het sub mm- en mm-gebied); doorslaggevend daarbij is het kunnen bestrijken van het Noordelijk halfrond, omdat de waarnemingen met de SRT praktisch daartoe zijn beperkt. De samenwerkingsovereenkomst werd tussen Z.W.O. en de Britse S.E.R.C. getekend op 18 juni 1981. Het is deze overeenkomst die een nieuw werkterrein opende voor de Stichting R.Z.M., waar een groot gedeelte van de Nederlandse inbreng op het gebied van de instrumentatie worden gerealiseerd. Deze nieuwe, in spectraal opzicht verbrede inzet van de Stichting heeft in 1982 veel aandacht gevraagd van Bestuur en Directie. In goed overleg met de astronomische onderzoek stichting ASTRON kreeg de uitwerking van de overeenkomst echter duidelijk gestalte.

De Stichting R.Z.M. is een levendig, dynamisch bedrijf. Dit blijkt ook nu weer als voor het jaarverslag de belangrijkste gebeurtenissen in het afgelopen jaar uit de herinnering worden teruggeroepen. De economische omstandigheden leggen weliswaar duidelijk voelbare beperkingen op, maar desondanks blijkt de Stichting de uitdagingen aan te kunnen. Het jaar 1982 wordt gekenmerkt door een spanningsveld tussen twee activiteiten. Aan de ene kant is er de vertrouwde, nog altijd goed funktionerende dienstverlening aan de universitaire sterrenkundige instituten, met als startpunt de waarnemingen met de SRT te Westerbork. Daarnaast staat nu de inspanning met betrekking tot de Brits-Nederlandse samenwerking die in dit jaar vrijwel is toegekomen aan de maximaal mogelijke inzet van mankracht van de Stichting. Tussen

de omschakeling van een belangrijk deel van de capaciteit naar werkzaamheden voor andere spectrale gebieden en het zo betrouwbaar mogelijk uitvoeren van de vele waarneemprogramma's met de SRT blijkt het nog mogelijk te zijn technisch wetenschappelijk onderzoek te verrichten op het oorspronkelijke werkterrein van de Stichting: de radioastronomie. Enkele op de voorgrond tredende zaken zullen hier worden besproken, voor verdere informatie kan worden verwezen naar de verschillende gedetailleerde verslagen in de hierna volgende hoofdstukken.

De Brits-Nederlandse samenwerking in de Sterrenkunde.

Na de bovenstaande introductie van de Brits-Nederlandse samenwerking in meer algemene termen wordt hier nader ingegaan op het aandeel dat de Stichting R.Z.M. op zich heeft genomen. Naar het zich laat aanzien zal de inbreng aan mankracht door de Stichting ruim de helft bedragen van de 75 manjaar waartoe de Nederlandse sterrenkunde zich tot 1986 heeft verplicht. Deze 75 manjaar betreft instrumentele ontwikkelingen. Daarnaast dient ook een met de tijd toenemend aandeel in de plaatselijke exploitatie op La Palma en Mauna Kea te worden geleverd. Het ontbrekende gedeelte van de 75 manjaar dient te worden betrokken van de universitaire sterrenkundige instituten. Daartoe hebben de vakgroepen Sterrekunde van Leiden en Groningen een Werkgroep volgens de Wet Universitaire Bestuurshervorming (WUB) opgericht die is gehuisvest in de Kapteyn-sterrewacht te Roden, en ook de sterrewacht van Utrecht levert een bijdrage. Het contract tussen de Leidse en Groningse vakgroepen is getekend en door de Stichting ASTRON geëccordeerd op 23 december 1981. Na de verhuizing van personeelsleden naar Roden startte de Werkgroep op 1 september 1982 zijn werkzaamheden. De Stichting R.Z.M. en de universitaire instituten hebben een begin gemaakt met het stationeren voor langere tijd van personeel op La Palma, op Mauna Kea en bij de Engelse laboratoria waarmee wordt samengewerkt. Dit alles leidde ertoe dat de Stichting nu ook intensieve contacten onderhoudt met de technische groepen van de universitaire instituten, met de Kapteyn-sterrewacht te Roden en met de participerende Engelse laboratoria, naast de reeds lang bestaande contacten op wetenschappelijk gebied met de universitaire astronomen. Het totale samenspel wordt op bestuurlijk niveau begeleid door het Joint Steering Committee, waarin Engelse en Nederlandse astronomen zijn opgenomen. In Nederland geschiedt de coördinatie op directie-niveau door de Stuurgroep UK/NL samenwerking, gevormd uit vertegenwoordigers van de sterrenwachten en uit stafleden van de Stichting R.Z.M.

In 1982 heeft de Stichting in dit kader goede bijdragen op technisch hoog niveau kunnen leveren. Met name wordt genoemd het gezamenlijk overleg over ontwerp en uitvoering van de 15 m millimeter teleskoop en over de optimale plaats voor deze

teleskoop.

De Synthese Radio Teleskoop te Westerbork.

Het waarneembedrijf rond de SRT heeft bevredigend gefunctioneerd. Een groot aantal waarneemprogramma's werd uitgevoerd. Dit aantal was groter dan te voren door de Programma Commissie geraamd, doordat de bedrijfszekerheid van de teleskoop beter was dan in de voorgaande jaren. Het te Westerbork verkregen primaire waarnemingsmateriaal dient door de reductiegroep te Dwingeloo te worden gec calibreerd en te worden geprepareerd voor verdere verwerking op de sterrenkundige instituten. Mede door de uitbreiding van de computerapparatuur te Dwingeloo vergt deze reductie nu slechts enkele weken en geschiedt in het algemeen zonder problemen.

In januari aanvaardde de teleskoopastronoom A.G. Willis een betrekking elders en hij kon pas worden vervangen per 1 juli met de komst van J.M. van der Hulst. Hoewel het waarneembedrijf in het eerste halfjaar nog wel goed funktioneerde werd de teleskoop-astronoom duidelijk gemist en zijn opvolger werd dan ook met vreugde begroet.

Een punt van grote zorg is het onderhoud van de telescopen. De mechanische opstellingen, nu voor 12 telescopen ongeveer 15 jaar oud, en met name de aandrijvingen beginnen duidelijk tekenen van slijtage te vertonen. De middelen laten nu niet toe dit afdoende aan te pakken en er moet worden volstaan met reparatie min of meer op ad hoc basis. Er moet rekening mee worden gehouden dat bij een voortduren van deze toestand de bedrijfszekerheid van een der belangrijkste waarneeminstrumenten van de Nederlandse sterrenkunde ernstig gevaar loopt.

Very Long Baseline Interferometry (VLBI).

De Stichting nam deel aan VLBI-waarneemcampagnes in het kader van het Europese VLBI-netwerk; daarbij werden interessante waarnemingen verricht. In de loop van 1982 werd een moderne VLBI terminal (Mark III) in gebruik genomen. Het Max-Planck-Institut für Radioastronomie te Bonn en de Stichting R.Z.M. schreven beide een voorstel voor een geavanceerde Europese centrale VLBI-processor voor het uitwerken van VLBI waarnemingen. Deze processor zal geschikt zijn voor het correleren van signalen met grote bandbreedte en dat voor een groot aantal basislijnen.

Astronomische resultaten.

Uit de vele waarnemingen met de SRT en door de participatie in VLBI waarnemingen zijn vele astronomisch belangrijke resultaten

verkregen; nadere bijzonderheden zijn vermeld in de deelverslagen over de sterrenkundige activiteiten. De twee voornaamste resultaten echter worden er hier uitgelicht. Het eerste onderwerp betreft het belangrijke aandeel dat Prof. W.M. Goss had met waarnemingen met de SRT in de ontdekking van de pulsar 1937+214. Deze compacte component in de radiobron 4C21.53W blijkt een pulsar te zijn met de extreem korte periode van 1,6 msec. Het tweede is het gereedkomen van het lijnsurvey van M31 bij de 21 cm lijnemissie van neutraal waterstof. De verdeling en de beweging van de waterstof in het stelsel zijn hierbij verkregen met een resolutie van 100 pc. Deze resultaten zijn vastgelegd op video en op film. Dit waarneemprogramma, dat in 1978 startte, is tot dusver het grootste dat is uitgevoerd met het digital line backend (DLB).

Op de XVIIIth General Assembly van de I.A.U. te Patras in augustus 1982 en op de I.A.U. symposia die daaromheen zijn gehouden is een groot aantal waarneemresultaten, verkregen met de instrumenten van de Stichting R.Z.M. gerapporteerd; dit trok grote belangstelling.

Goede contacten met de universitaire astronomen zijn een voorwaarde voor optimale resultaten met de SRT. De stichtings-astronomen hebben ook dit jaar deze contacten ondersteund. In het najaar is het gebruikelijke gebruikersberaad gehouden; daarbij klonk een duidelijke toon van instemming met de door de Stichting ontplooidde activiteiten en verkregen resultaten.

Het Laboratorium.

De werkzaamheden aan de uitbreiding en vernieuwing van de ontvangers van de SRT verliepen voorspoedig. Het betreft hier vooral:

- het toepassen van ruisarme FET-versterkers bij het streven naar zo laag mogelijke systeemtemperatuur.
- het vervaardigen en testen van het digital continuum backend (DCB).
- het uitbouwen van het digital line backend (DLB) van ruim 5000 tot 40.000 kanalen door het toepassen van een re-circulating buffer.
- het ontwikkelen van een 327 MHz frontend, waarmee een belangrijke nieuwe golflengte voor de astronomen beschikbaar komt.

Hiernaast heeft het Laboratorium een toenemend aandeel in de bouw van instrumentatie in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking. Speciale vermelding verdient de bouw van een veelzijdige sub-mm ontvanger voor de UKIRT (United Kingdom Infra-Red Telescope).

Algemeen.

Prof.Dr. F.L. Stumpers trad af als lid van het Algemeen Bestuur wegens het bereiken van de statutair maximaal toegelaten leeftijd. In zijn plaats werd Prof.Dr. W.B. Burton benoemd. Prof. Stumpers was vanaf de oprichting van de Stichting lid van het Algemeen Bestuur. Hij heeft waardevolle bijdragen geleverd, vooral met adviezen bij het oplossen van elektronische problemen en bij contacten betreffende de bescherming van bepaalde, voor het radioastronomisch onderzoek vrij te houden golflengten. De Stichting R.Z.M. is hem daarvoor veel dank verschuldigd.

Per 1 september trad Ir.H.C. Kahlmann reglementair af als voorzitter van de Direktie; hij werd opgevolgd door Prof.Dr. W.N.Brouw. Ir. Kahlmann keerde terug als hoofd van de teleskoopgroepen. W.H.J. Beerekamp trad daarbij terug als waarnemend hoofd van de teleskoopgroep Westerbork, een taak die hij twee jaar op uitstekende wijze heeft vervuld.

Het Algemeen Bestuur vergaderde tweemaal, het Dagelijks Bestuur vijfmaal.

Bestuur en Direktie hebben veel aandacht gegeven aan de confrontatie van het werkprogramma van de Stichting met de verslechterende financiële toestand. Er is daarbij in de eerste plaats gestreefd naar die compromissen die ook voor de volgende jaren een goede dienstverlening verzekeren met radioastronomische waarnemingen van de hoge kwaliteit die vereist is voor frontlijnonderzoek. Een van de aspecten daarbij is dat op het gebied van het radioastronomisch technisch wetenschappelijk onderzoek voldoende deskundigheid en capaciteit beschikbaar is om als stichting bij de ontwikkelingen vooraan te staan; alleen dan is het mogelijk om snel te kunnen inspelen op belangrijke nieuwe vraagstellingen van de sterrenkundige onderzoekers. Zo is in 1982 de aanzet gegeven voor een versmalling van de activiteiten op het terrein van de radiosterrenkunde, onder toespitsing van hoge kwaliteit op een meer beperkt gebied. Zodoende wordt de ruimte gevonden voor de taakvergroting in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking. Omdat de omvang van het personeel in feite gefixeerd is, was het daarnaast nodig om een aantal personeelsleden te doen omschakelen naar andere werkzaamheden. Dit is over het algemeen goed geslaagd; dankzij deze veelzijdige inzetbaarheid kon het personeelsbestand goed worden aangepast aan de behoeften van een andere werkverdeling.

Het Bestuur besloot om in 1983 de buitenlandse adviseurs uit te nodigen voor een nieuwe evaluatie van de Stichting R.Z.M.

De omstandigheden waaronder de Stichting in de volgende jaren zal moeten werken zullen moeilijk zijn. Ook de universitaire sterrenkundige instituten krijgen nu meer en meer te maken met een

knellende financiële situatie. In de Nederlandse sterrenkunde wordt in alle mogelijke verbanden in goed onderling overleg getracht het sterrenkundig onderzoek van hoge kwaliteit zeker te stellen, onderzoek waarbij het Stichtingsinstrumentarium een grote rol speelt. Het Bestuur heeft het vertrouwen dat de Stichting R.Z.M. zich door haar grote flexibiliteit en levenskracht aan het wetenschappelijk front zal kunnen handhaven en het bestuur ziet daarom toch met een zeker optimisme naar de toekomst.

Dwingeloo, 25 maart 1983.

J. van Nieuwkoop

2. AFDELINGSVERSLAGEN.

2.1. Teleskoopgroep Westerbork.

2.1.1. Algemeen.

Bestudering van de overzichten van het gebruik van de SRT leert dat de produktie van metingen een stijgende lijn vertoont.

De grondige revisiebeurt en de verplaatsing van het DLB - verleden jaar herfst- naar een nieuwe h.f. dichte cabine, met schonere koelluchtbehandeling, resulteerden in een kleiner aantal storingen in het backend.

De systeemtemperatuur van het 50 cm waarneemsysteem is met behulp van verbeterde FET versterkers gedaald van 350K naar 110K.

Een lange waarneemperiode op 21 cm met gekoelde ontvangers bracht aan het licht dat de gevoeligheidswinst met een hoger storingspercentage betaald moest worden.

Zwakke punten in deze ontvangers zijn nu beter bekend en na aanpak hiervan verwachten wij bij volgende waarnemingen op deze golflengte verbetering.

Het uitwisselen van cryogeen gekoelde ontvangers vraagt niet alleen meer inspanning maar brengt ook grotere risico's met zich mee.

Om het gehele waarneemsysteem goed te kunnen bewaken is een centraal monitor systeem vereist. Er zijn dit jaar op dit gebied goede vorderingen gemaakt.

Scheurtjes in de betonelementen op station oost zijn gerepareerd door ze te bedekken met een rubber coating.

De schilderwerkzaamheden aan de telescopen zijn nagenoeg afgerond.

Dr. A.G. Willis, teleskoopastronoom, heeft ons m.i.v. 1-2-1982 verlaten. Zijn plaats is per 1-7-1982 door Dr. J.M. van der Hulst ingenomen.

Per 1 september trad W.H.J. Beerekamp af als waarnemend Hoofd Teleskoopgroep i.v.m. de terugkeer van Ir. H.C. Kahlmann, die tot die datum het voorzitterschap van de directie bekleedde.

2.1.2. SRT gebruik.

In het eerste kwartaal van dit jaar werd op een golflengte van 50 cm waargenomen. Gedurende deze periode is met een hoge efficiëntie gewerkt, wat blijkt uit het feit, dat alle eerste en tweede prioriteitsmetingen afgewerkt konden worden. Slechts een zeer klein deel moest vanwege in- en externe storingen overgemaakt worden. Het storingsniveau, door uitzonderlijke propagatie condities, verminderde na januari aanzienlijk en gedurende maart was eigenlijk alleen de zon nog de boosdoener. Tussen de bedrijven

door konden op succesvolle wijze testmetingen gedaan worden met een interferometer op een golflengte van 92 cm.

Vervolgens begon het tweede kwartaal met observaties op een golflengte van 6 cm alvorens het systeem om te kunnen bouwen naar een golflengte van 21 cm, waarop gedurende een lange periode werd waargenomen.

Vanaf eind mei stapelde zich een aantal problemen op. Het frontend van teleskoop D moest gedurende ruim vijf weken uit bedrijf genomen worden. In de drie aaneengesloten stopweken in juni is bovendien teleskoop A door schilderwerk/kwadranten slijpen niet steeds beschikbaar geweest, zodat de anders wel beschikbare nachttijd grotendeels verloren ging.

Het derde kwartaal verliep op deze 21 cm golflengte veel beter. Een aantal metingen had last van de zon op de 9A en 9B spacings, vooral gedurende de 9A=36 m periode. Metingen welke tijdens deze waarneemperiode waren aangetast, werden indien nodig overgedaan.

Een grote tegenvaller was het uitvallen van het cryogene frontend in RTD aan het eind van de 21 cm periode. Toch kon deze periode succesvol afgesloten worden; zelfs de tweede prioriteitsmetingen zijn op een enkele na gedaan.

Begin december is er onder slechte weersomstandigheden moeizaam naar het 6/50 cm systeem omgebouwd. Enkele weken VLBI metingen op 6 cm verliepen in het algemeen goed, waarna vlak voor Kerst naar 50 cm werd overgeschakeld.

2.1.3. Computersysteem.

Het computersysteem heeft goed gefunctioneerd. Storingen, afgezien van de gebruikelijke storingen in de randapparatuur, deden zich niet voor.

Om de reaktietijd bij storingen, welke 's avonds of in het weekend optreden, te bekorten is een draagbare terminal aangeschaft. Deze terminal, welke de dienstdoend waarnemer mee naar huis neemt, stelt hem in staat om via het openbare telefoonnet op ieder moment de status van het waarneemsysteem op te vragen.

2.1.4. Ontvangersysteem.

Begin januari werd een 6 cm waarneemperiode afgesloten en volgde een ombouw naar het 50 cm systeem. Alle frontends waren juist met de nieuw ontwikkelde FET-versterkers uitgerust, zodat de systeemtemperatuur in een slag van gemiddeld 350 K naar 110 K verbeterde. Na een aantal problemen in de eerste maand bleken de FET-versterkers verder betrouwbaar en stabiel.

Aansluitend aan de installatie van de nieuwe vergrote h.f. dichte cabine in het vorige jaar, werd dit voorjaar de ontvanger-

en waarneemruimte aangepakt. In het voorjaar is het ons gelukt om in een bedrijfsstop van vijf dagen deze beide ruimten geheel te ontruimen, van nieuwe vloerbedekking te voorzien en alle operationele apparatuur in een nieuwe opstelling terug te plaatsen. Hierdoor kwam ruimte beschikbaar voor de opstelling van het DCB.

Het IF en LO gedeelte werd hierbij ook in nieuwe 19" kasten geïnstalleerd. Ook werd het hele WSRT-backendsysteem, inclusief computers, op een nieuwe aardingsrail aangesloten.

Half april begon een lange periode op een golflengte van 21 cm. De cryogene frontends voor deze golflengte waren in Dwingeloo grondig nagekeken. Na ruim vijf weken perfect functioneren ontstonden er problemen met het cryogene frontend in RTD, waarvan de heliumpomp, naar het zich liet aanzien, vastliep. Nadat een omgewisseld frontend ook vastliep zijn er ruim vijf weken nodig geweest om, na zorgvuldig onderzoek en grondige reiniging, het systeem op RTD weer operationeel te maken. Uiteindelijk bleek een standsafhankelijke onderbreking in de voedingskabel naar het frontend de oorzaak.

De maanden hierna hebben we met veel inspanning de frontends aan de praat kunnen houden, hoewel we door langdurige reparaties soms griezelig weinig, soms te weinig, reserves over hadden. In deze waarneemperiode viel het op dat we bij de inmiddels goed ingelopen frontends het meest te maken hebben gehad met lastige en vage gebreken. We konden echter aan de hand van de monitoring, en tests tijdens het bedrijf, meestal voldoende informatie te pakken krijgen. Mede daardoor konden we in goed overleg met en inspanning van Dwingeloo in vrijwel alle gevallen weer een goed frontend klaar krijgen. Aan de andere kant kunnen we ook zeggen, dat een van de cryogeen gekoelde frontends ruim 6,5 maand achtereen, behoudens een korte evacuatiebeurt, gedraaid heeft.

In het algemeen zijn de gevoeligheid en de stabiliteit van het ontvangersysteem goed geweest; alle frontends, ook de gekoelde, voldoen in hoge mate aan deze ontwerpdoelstellingen. Wat de betrouwbaarheid en de beschikbaarheid betreft is echter met name aan de cryogeen gekoelde frontends veel aandacht en zorg nodig geweest. Door meer uitgebreide monitoring en meer stringente onderhoudsprocedures hopen we hierin verbetering te brengen.

Het IF systeem heeft weinig problemen gegeven evenals de digitale lijnontvanger.

Met de verbetering van de ruistemperatuur van het 50 cm systeem zijn we ook gevoeliger voor stoorsignalen geworden. Deze doen zich vooral gelden bij extreme propagatie condities door vermoedelijk veraf gelegen TV stations. Onze "Tupolev" storingen zijn duidelijk minder; zij dienden zich slechts twee keer aan. Een andere hardnekkige CW storing bleek bij nader onderzoek niet extern te zijn. Deze werd veroorzaakt door een in koppeling van harmonischen van de 6 cm LO-sturing in het 50 cm systeem.

In de 21 cm band kwamen op een dag hevige storingen voor. Het karakter was ook anders dan de bekende radarstoringen. Samen met

een paar andere klachten is deze storing onmiddellijk bij de RCD en de Luchtstrijdkrachten aangemeld. Ondanks hun welwillende medewerking is er geen oorzaak gevonden. Ook zagen we bij 21 cm soms bij enkele van de gekoelde frontendkanalen verzadigingsverschijnselen door sterke radarstraling buiten de frequentieband.

In februari hebben we testmetingen gedaan met twee frontends op een golflengte van 92 cm. Vooral overdag zijn in deze band veel korte en sterke stoorsignalen ten gevolge van luchtvaart communicatie. 's Nachts en gedurende het weekend was dat echter vrijwel verdwenen. Om deze storingen te kunnen registreren werd een aparte 327 MHz ontvanger opgesteld. Deze band zou in de loop van dit jaar vrijgemaakt worden, doch dit werd uitgesteld tot het eind van het jaar.

Er is veel aandacht besteed aan een algemeen monitor systeem. Een centrale scanner-unit werd hiertoe aangeschaft. Alle voedingen die met het monitorsysteem kunnen worden bewaakt zijn van een aansluiting voorzien. De kabels, prints en aansluitingen voor de uitbreiding van de frontend-monitoring zijn bijna klaar. Een nieuw functiesorteringprogramma en bijbehorende plotprogramma's zijn tot volle tevredenheid in gebruik genomen.

In het voorjaar werd het bed gespreid voor de ontvangst van het DCB systeem. We hebben in de loop van het jaar de (imposante) bekabeling hiervoor zien groeien, gevolgd door een stroom panelen uit Dwingeloo.

2.1.5. Mechanisch/Electrisch systeem.

Nadat vorig jaar scheurtjes in de betonelementen onder de railbaan op station oost werden waargenomen, werd in overleg met de Grontmij de reparatie hiervan ter hand genomen. Door metingen was gebleken dat deze scheurtjes ontstaan waren door krimpen en uitzetten van de onderlegplaten, onder de voorgespannen rail, door temperatuur variaties. De betonelementen werden ter plaatse van de scheurtjes met een rubber coating bedekt.

Het schilderwerk aan de telescopen 6, 7, 8 en 9 is nagenoeg geheel gedaan. Alleen RT6 zal volgend jaar afgeschilderd moeten worden.

Door slijtage van de geleidebaan en -rollen van de uurhoekbeweging van RT3 en RTA werd een goede werking van deze telescopen bedreigd. Door middel van twee haakse slijpmachines gemonteerd op een kruissupport aan beide zijden van de aandrijfbeweging, werd de geleidebaan tot gelijke hoogte afgeslepen. Hierna werden overmaatse geleiderollen in de aandrijfbeweging gemonteerd.

Van alle telescopen werden de oude "de Regt" kabels verwijderd. De nieuwe bekabeling werd van roestvrij stalen beugels voorzien.

In elke teleskoop is nu een hijsbalk gemonteerd. Hierdoor behoren de problemen met de draagbare hijsbalk tot het verleden.

Alle focusboxen zijn nu van een reflecterende verflaag voorzien, zodat de frontends het op zonnige zomerse dagen wat gemakkelijker hebben.

Een analyse van het teleskoop aandrijfsysteem liet zien dat windstoten goed door de slippende rem of draaiende instelmotor opgevangen kunnen worden. De volgmotor biedt echter te veel weerstand zodat de krimpverbinding van rondsel op rondsels zou kunnen doorslaan. Bij dreigende sterke windstoten dient de volgbeweging dus gestopt te worden. De teleskoop moet nu in een veilige stand gezet worden, waarbij de trefkans minimaal is. Bij sterke wind of zware sneeuwval kunnen de werkklampen ingezet worden. Om dit alles te realiseren werd de Heemaf schakeling gewijzigd, zodat nu de volgbeweging gestopt wordt bij sterke wind (gekoppeld aan een windmeter) om ontregeling van de encoders te voorkomen. De LSI kan automatisch in de stormstand positioneren en de werkklampen inzetten als de windsnelheid een bepaalde waarde overschrijdt. Deze wijziging is in de verrijdbare telescopen al aangebracht, de andere telescopen komen volgend jaar aan de beurt.

2.1.6. Popularisering.

Een steeds groter aantal mensen weet de weg naar de Sterrenwacht te vinden. Dit geldt niet alleen voor de zomerrondleidingen (1200 mensen) maar vooral voor de weekend wandelaars, die, geholpen door grote ANWB verwijsborden, vanaf de weg bij Hooghalen, hun auto's op de nu al vaak overvolle parkeerplaats nauwelijks kwijt kunnen.

Het Melkwegpad blijkt een grote aantrekkingskracht uit te oefenen. Het onderhoud van dit instructieve wandelpad berust bij S.B.B. Natuurlijk verlenen wij wel eens technische bijstand, indien men ons daarom vraagt.

Excursieaanvragen van scholen en andere groepen worden zoveel mogelijk gehonoreerd, hetzij door een uiteenzetting binnen het gebouw, hetzij door een aanvullend praatje aan het eind van het Melkwegpad.

Een traditie is het gastvrijheid verlenen aan de Volkssterrenwacht Drenthe op de jaarlijkse Nationale Sterrenkijkdag, welke dit jaar weer zo'n 1500 mensen trok.

Deze Volkssterrenwacht, die ook onze zomerrondleidingen verzorgt, is dit jaar in het bezit gekomen van een 10 m radioteleskoop. Onnodig te zeggen dat wij ze met raad en daad ter zijde staan.

Tabel IA. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1982.

Datum		Basislijn	Ontvangertype
Begin	Eind		
1 jan. - 5 jan.		72 m	6 cm DLB
8 jan. - 2 feb.		72 m	50 cm DLB
8 feb. - 11 feb.		72 m	"
11 feb. - 16 feb.		90 m	"
16 feb. - 23 feb.		54 m	"
23 feb. - 8 mrt.		36 m	"
12 mrt. - 29 mrt.		72 m	"
2 apr. - 7 apr.		72 m	6 cm DLB
7 apr. - 13 apr.		54 m	"
15 apr. - 26 apr.		72 m	21 cm DLB
26 apr. - 19 mei		36 m	"
19 mei - 27 mei		90 m	"
27 mei - 6 jun.		54 m	"
25 jun. - 13 aug.		72 m	" (7 dagen VLBI)
13 aug. - 30 aug.		36 m	"
30 aug. - 17 sep.		54 m	"
17 sep. - 24 sep.		90 m	"
24 sep. - 26 okt.		72 m	"
26 okt. - 1 nov.		36 m	"
5 nov. - 22 nov.		72 m	"
25 nov. - 25 nov.		72 m	50 cm DLB
26 nov. - 30 nov.		72 m	6 cm DLB
30 nov. - 30 nov.		72 m	50 cm DLB
1 dec. - 22 dec.		72 m	6 cm DLB (13 dagen VLBI)
24 dec. - 31 dec.		72 m	50 cm DLB

Tabel IB. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1982.

Datum		Waarneemstops
Begin	Eind	
5 jan. -	8 jan.	Ombouw 6 cm naar 49 cm.
2 feb. -	5 feb.	Onderhoud, systeemtesten
5 feb. -	8 feb.	Test 92 cm frontends
8 mrt. -	12 mrt.	Onderhoud, systeemtesten
29 mrt. -	2 apr.	Onderhoud, systeemtesten, ombouw 49 cm naar 6 cm
13 apr. -	15 apr.	Onderhoud, systeemtesten, ombouw 6 cm naar 21 cm
10 mei -	14 mei	Onderhoud, systeemtesten
4 jun. -	7 jun.	Buitentemperatuur te hoog
7 jun. -	25 jun.	Onderhoud, systeemtesten, ontwikkeling
10 aug. -	10 aug.	Vorbereiding VLBI
13 sep. -	17 sep.	Onderhoud, systeemtesten
11 okt. -	15 okt.	Onderhoud, systeemtesten
1 nov. -	5 nov.	Onderhoud, systeemtesten
22 nov. -	26 nov.	Onderhoud, systeemtesten, ombouw 21 cm naar 6 cm
22 dec. -	24 dec.	Onderhoud, systeemtesten, ombouw 6 cm naar 49 cm

Tabel IC. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1982.

Totaalcijfers:

6 cm DLB	:	27 dagen
6 cm VLBI	:	13 dagen
21 cm DLB	:	175 dagen
21 cm VLBI	:	7 dagen
50 cm DLB	:	78 dagen
Geen waarnemingen	:	65 dagen

Er vonden 12 systeemomschakelingen plaats, waarvan
8 ten behoeve van een andere waarneemfrequentie, en
4 ten behoeve van VLBI (tied array)

Er vonden 2 verwisselingen van frontendserie plaats.

Tabel II. TELESKOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN.

	6cm DLB	21cm DLB	49cm DLB	Om- bouw	Instru- menteel	1982	1981	1980	1979	1978	1977
a. 12-uurs synthese: cont. : lijn	7 5	7 21	51 -		38	17 13	8 11	8 6	9 16	19 -	19 -
b. <12-uurs waarne- ming : cont. : lijn	50 2	10 12	7 -		1	13 8	18 4	14 2	9 5	15 -	23 -
c. Calibratie	26	26	26			24	22	35	25	26	20
d. Onderhoud, systeemtests	5	14	11	79	61	16	18	17	17	15	5
e. Ontwikkeling, software	2	4	4	21		5	12	7	6	13	27
f. Storing, weer, stilstand	3	6	1			4	7	11	12	12	6
Jaartotaal 1982	11	60	23	4	2	100					
Netto rendement (a+b)	64	50	58	-	-	51	41	30	41	34	42
Bruto rendement (a+b+c)	90	76	84	-	-	75	63	65	66	60	62

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1982.

6 cm DLB continuum.

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
33	SNR 3C10	Strom	12
55	Young SNRs	Strom, Ma Er	15
529	Quality Monitoring test	Strom	2
627	SN1979C in M100	De Bruyn, Allen, Goss	14
625	Circular polarization	De Pater, R. & C. Fanti, Weiler	16
685	BN-type sources in dense molecular clouds	Massi, Felli, Tofani	12
699	Variations in 6 cm flux of stars losing mass	Waters, v.d. Oord, Lambers	7
706	BLLac object MARK 180	Meurs	12
710	NOVA Aquilae 1982	Spoelstra, Pottasch	10
765	Large scale jet in SO galaxy	Hanisch, Neff	7
		--	
			107

6 cm DLB lijn.

682	H ₂ CO towards OH sources	Goss, Gardner	14
725	H ₂ CO in Sgr A	Schwarz, Goss	5
774	Recombination lines of galactic sources	Roelfsema, Goss	48
		--	
			67

6 cm tied array.

-	VLBI observation as part of the European VLBI network		312
---	--	--	-----

21 cm DLB continuum.

125	Kepler SNR	Strom, Ma Er, Braun	16
221	Seyfert galaxies	Meurs, Wilson	29
528	Extended radio sources in Abell clusters	Giovannini, R&C Fanti, Feretti, Ficarra, Gioia, Gregorini, Marano, Padrielli, Parma, Tomasi	48

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
529	Quality monitoring test-field	Raimond, Strom	36
536	Extended source UGC07044 from Arecibo survey	Meurs	12
581	Very deep survey down to 50 μ Jy of a field with multicolor galaxy counts	Windhorst, v. Heerde, M. Oort	39
600	Gamma ray source CG195+4	Spoelstra, Hermesen, Bloemen	24
617	Strong extended radio sources	Jägers, Ma Er, Miley, Strom, v. d. Laan	48
621	M101	Goss	12
635	Circular polarization	De Pater, R&C Fanti, Weiler	30
636	Halo's of planetary nebulae	Gathier, Goss, Spoelstra, Pottasch, Matthews	24
645	NGC5322	Feretti, Giovannini, Hummel, Kotanyi	12
660	X-ray source 1803+78	Strom, Biermann	12
671	East arm of CYG MC1	Israel	12
697	4C21.53W	Goss, Backer	12
705	Super luminal sources	De Bruyn, Schilizzi	39
710	Peculiar nebula W61	Israel, Bally	24
710	NOVA Aquila 1982	Spoelstra, Pottasch	68
712	IC3508	Giovannini, Ballarati, Feretti	6
713	Binary-rich clusters of galaxies	Hanisch	24
714	Poor clusters	Hanisch	63
729	3C123	Hanisch	24
730	Nucleus of 3C236	Barthel, Schilizzi, Miley, Strom, Jägers	30
741	Extended emission around quasars	Neff	57
753	Flaring binaries	Kuijpers, J. v. d. Hulst	12
			713
<u>21 cm DLB lijn.</u>			
379	Warps in galaxies	Sancisi	58
405	HI in lenticular galaxy NGC4694	v. Driel, v. Woerden, Schwarz	24
419	Zeeman effect Cas A	Schwarz, Goss, Troland, Albinson	60
494	HI in NGC4258	v. Albada, Allen, Sanders	49

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
522	Point sources near SNRs	Goss, v. Gorkom, Pauls, Shaver	21
583	HI in planetary nebulae	Gathier, Goss, Pottasch	263
600	Gamma ray source CG195PY	Spoelstra, Hermesen, Bloemen	12
610	HI in isolated galaxies	Shane, Norman	114
625	HI in the VIRGO cluster	Warmels, v. Woerden, Shostak	175
635	Low redshift absorption	v. d. Hulst, Crane, Haschick, v. Gorkom	9
644	HI in MK348	Sancisi, Heckman	36
676	Galaxies with faint companions	v. d. Burg, Shane, Krumm	47
677	HI in lenticular galaxies	v. Driel, v. Woerden, Schwarz, Knapp	84
683	Spiral galaxies with ring structure	Bosma, Athanassoula	40
697	Pulsar 4C21.53	Goss	5
711	Outer regions of spiral galaxies	Begeman, T. v. Albada, Sancisi	48
715	Edge-on spiral	v. d. Kruit, Shostak, Allen	48
717	NGC5169/5173	Raimond, Knapp	12
718	HI in galaxies with outer rings	v. Driel, v. Woerden, Schwarz, Gallagher	25
719	HI in M33	v. d. Hulst, Israel, Burton, Kennicutt, Walterbos	49
720	HI in NGC2787	Shostak, Peterson	36
721	NGC3486	Bosma, Kennicutt	12
722	HI in IC443	Braun, Strom, v. d. Laan	63
723	HI in NGC1333 near HH objects	Albinson, Birkinshaw	18
731	NGC5963	Bosma, Athanassoula	12
732	SO galaxy N4026	v. Driel, v. Woerden, Appleton, Davies	12
733	HI in SQ pair NGC4105/4106	Hanisch, v. Driel, v. Woerden	8
734	NGC2217	Bosma, Athanassoula	6
735	HI in peculiar ring galaxy A1515+21	Brosch, Mayo	12
736	W3 in H166 α	Roelfsema, Goss, Pottasch	24
737	C+ in W3	Goss, Roelfsema, Wilson	12
738	M82 in H166 α	Roelfsema, Goss, v. d. Hulst	12

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
739	Spin orientations of double galaxies	Warmels, v. Moorsel, T. v. Albada, Shostak, Sancisi	43
740	Low luminosity galaxies	Bosma, Kormendy	12
743	HI in SA galaxies	v. Driel, v. Woerden	36
744	HI overlying M56	Baud, Birkinshaw, Ho	12
745	HI in galaxies NGC6500/6501	v. Driel, Sanders, v. Woerden	12
747	HI gas in direction to 3C430	Kalberla, Mebold	60
748	HI in dwarf irregular galaxies in local group	Albinson, v. Woerden	52
749	HI in barred spiral N1530	Sanders, Teuben, v. d. Hulst, D. v. Albada	24
750	SO galaxies with polar rings	Sancisi, Schechter, v. Woerden	24
751	HI absorption in 3C58	Albinson, Goss, Schwarz, Kalberla	24
			--
			1705
<u>21 cm tied array.</u>			
-	VLBI observations as part of the European VLBI network		168
<u>50 cm DLB continuum.</u>			
33	3C10 Tycho SNR	Strom	12
54	Cygnus loop	Strom, Dickel	48
55	SNR3C58	Strom, Ma Er	12
529	Quality monitoring test field	Raimond	25
581	Fields with very deep multi-color galaxy counts, search for high redshift clusters	Windhorst et al.	86
583	Planetary nebulae	Gathier, Goss, Pottasch	10
614	Low frequency variability	Miley, R&C Fanti	18
617	Strong extended sources	Jägers, Miley, Strom, v. d. Laan, v. Breugel	313
627	Young extragalactic SNRs	De Bruyn, Allen, Goss	24
646	Peculiar galaxy 4C59.08	Strom, v. Breugel, Robertson	26
660	X-ray jets in BLLac objects	Biermann, Strom, Strittmatter, Witzel	10

<u>Code</u>	<u>Onderwerp</u>	<u>Onderzoeker(s)</u>	<u>Uren</u>
687	SNR DA495	Goss, Velusamy	12
688	Radio jet galaxy OE+410	Andernach et al.	12
690	COMA supercluster	Jaffe, Gavazzi, Valentijn	48
692	HII region W5	Harten, Matthews	24
696	Complex sources and magnetic fields in galaxy clusters	Valentijn, Roland	24
697	4C21.53 W	Goss, Backer	12
698	Extended SNRs	Strom, Braun, v.d.Laan	224
700	3C345	Jaffe, de Bruyn, Noordam	12
702	Halo in NGC4631	Wielebinski, Werner, Klein, Schlickeiser, Beck	24
703	Halos around D2 sources	Noordam, Wilkinson, Browne	36
706	BLLac object MRK180	Meurs	12
707	Halo around CRAB nebula	Noordam, Goss, Strom	24
709	Abell 2124	Hanisch	12
710	NOVA Aquila 1982	Spoelstra, Pottasch	1
		--	1061

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKE GEGEVENS BETREFFENDE HET TELESKOOPBEDRIJF.

Onderwerp	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Aantal projecten	107	100	110	89	104	107
Totaal aantal waarnemingen	5700	4000	4200	5500	6000	5500
aantal 12-uurs syntheses	129	135	179	97	133	213
Telskoop rendement netto %	42	34	41	30	41	51
bruto %	62	60	66	65	63	75
Percentage herhalingsmetingen	5	5	9	5	-	-
Percentage onbruikbare 12 uurs equivalenten	-	-	-	-	11	3
Aantal systeem omschakelingen	5	13	6	26	20	12
Aantal wisselingen frontendserie	1	4	2	6	3	2
Aantal individuele frontendvervangingen	19	34	37	55	60	44
Aantal keren verrijden	24	15	14	19	20	16

Percentage herhalingsmetingen: onbruikbaar van netto rendementspercentage en daadwerkelijk overgenomen.

Percentage onbruikbaar: onbruikbaar van bruto rendementspercentage.

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

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Instrumenteel	3	-	2	4	4	1
Zonnestelsel	2	5	2	11	6	-
Galactisch	26	21	21	28	32	35
Nabije stelsels	16	24	26	18	26	5
Extra-galactisch	53	50	49	39	32	59

Fig. 2.1.1. OVERZICHT TELESKOOPGEBRUIK PER MAAND IN 1981.

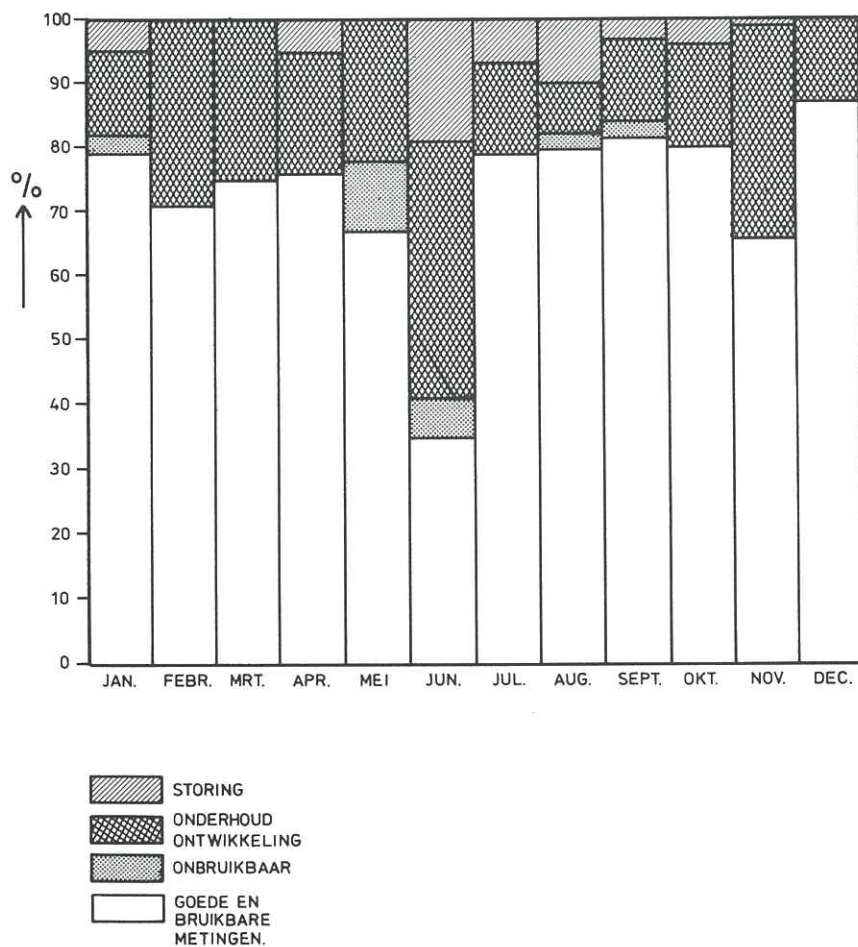
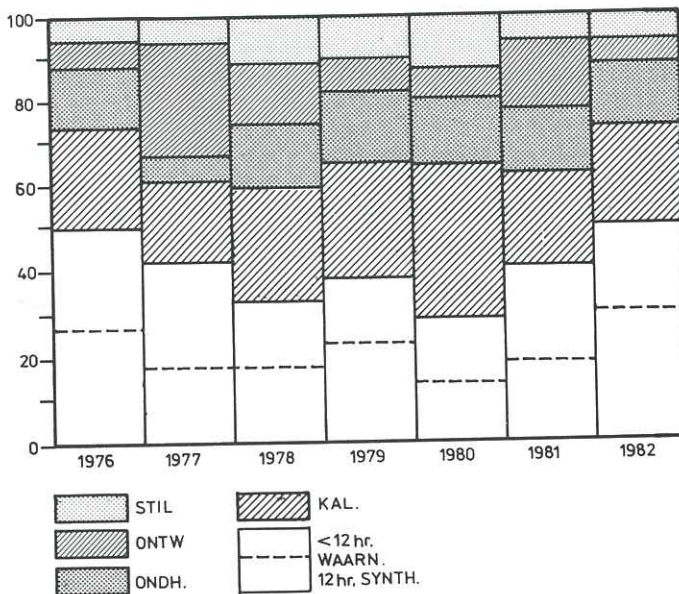


Fig. 2.1.2. OVERZICHT TELESKOOP GEBRUIK OVER TOTALE TIJD.

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

TELESCOPE USE.

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



2.2. Teleskoopgroep Dwingeloo.

2.2.1. Samenvatting.

In dit verslagjaar kwamen voor de 25 m-teleskoop nieuwe ontvangers beschikbaar, voor zowel 21 als 18 cm golflengte, die uitstekend bleken te voldoen. Het zijn met vloeibaar helium gekoelde FET-systemen i.p.v. de oude paramp resp. UC systemen.

De teleskooptijd is voor ongeveer gelijke delen aan 21 cm en 18 cm werk besteed (zie tabel 1). Een belangrijk deel van de tijd werd daarnaast besteed aan het beproeven van de nieuwe, gekoelde FET-ontvangers. In die tijd werden een aantal verbeteringen in de testmogelijkheden aangebracht, zodat ontvangers nog in het laboratorium zijnde reeds met het teleskoopsysteem kunnen worden getest.

Tussen maart en de eerste helft van augustus traden veelvuldig bedrijfsstoringen op die nagenoeg alle aan de "link", de verbinding tussen computer- en teleskoop-apparatuur, konden worden toegeschreven. De inspanning besteed aan opsporen en reparatie hiervan had zodanig succes dat het bedrijf nagenoeg storingsvrij was sedert medio augustus. De ophoping van de bedrijfsstoring in de genoemde periode trof vooral het, om andere redenen reeds onder tijddruk staande, 21 cm-"survey" onaangenaam.

De dm-spectrograaf werd verstemd in februari, zodat eventuele harmonische verhoudingen op ca. 440 en 880 MHz in de vlam spectra opgespoord kunnen worden.

Gedurende enkele dagen in het voorjaar en de zomer werd de cm-spectrograaf in de 25 m-teleskoop gebruikt voor zonnevlamwaarnemingen in samenhang met internationale waarnemingscampagnes. Tegen het eind van het jaar is de cm-spectrograaf in de 3,5 m-teleskoop geplaatst.

In de loop van het jaar kwam het VLBI-sturingsprogramma gereed. De reductie programmatuur voor zowel de correlatiespectrografie als de filterbankspectrografie kwam in een afrondingsfase.

2.2.2. Waarnemingen.

Zon.

Vrijwel elke dag werd de zon waargenomen met de 7,5 m Würzburg-west teleskoop voor de dm-spectrograaf en de 3,5 m/0,8 m teleskoop voor de 11 en 3 cm flux meting. De snel veranderlijke verschijnselen worden op magnetische band geregistreerd. Met de 4-8 GHz-spectrograaf werd op enkele dagen met de 25 m spiegel gemeten en vanaf december met de 3,5 m spiegel.

Als gebruikelijk werden de waarnemingen gepubliceerd in de Solar-Geophysical Data (N.O.A.A., Boulder, U.S.A.).

21 cm lijn.

Vanaf 27 april tot en met 4 oktober werd de tijd besteed aan D228, het hoge snelheidswolken survey van Hulsbosch. Als gevolg van een uitwendige storing moesten de waarnemingen van de periode 27 april tot 19 mei herhaald worden.

18 cm lijn.

Van 1 tot 6 april werd D728 (Herman et al.) gemeten. In juli werd de 21 cm periode onderbroken voor 8 dagen 18 cm lijn waarnemingen t.b.v. Habing. Vanaf 1 november werd D727 gemeten (Wierds en Slootmaker).

18 cm VLBI.

Gedurende 7 tot en met 22 april en 5 tot en met 18 oktober werden op 18 cm VLBI metingen verricht met het Mark II systeem.

Systeemtests.

Uitvoerige tests werden uitgevoerd aan het 21 cm gekoelde FET-ontvanger systeem. Deze bleek na uitvoering van noodzakelijk gebleken modificaties uitstekend te voldoen. De systeemtemperatuur op 1420 MHz verliep van 34 K in april tot 36 K in juli om op die waarde te blijven tot eind september. Dit verloop kan toegeschreven worden aan seizoensinvloed. De nullijn van het gemeten spectrum, na correctie met een eerstegraads polynoom, behield zijn kwaliteit over 6 maanden: geleidelijke afwijkingen over een breedte van ca. 5 MHz ter grootte van 0,1 K traden op na ca. een nacht.

Ook het 18 cm gekoelde FET-systeem werd grondig beproefd; de kwaliteit bleek vergelijkbaar met die van de 21 cm ontvanger. De systeemtemperatuur tussen ca. 1630 en 1700 MHz bedroeg 36 K.

Na afloop van de VLBI periode in april werd het Mark III systeem met een meting van twee stations getest en in orde bevonden.

2.2.3. Telescopen.

De telescopen hebben in het algemeen goed gefunctioneerd. Enkele reparaties moesten worden uitgevoerd, zoals die van een hijskabel van het hefplateau, de standuitlezing van de 25 m teleskoop en de 3,5 m teleskoop en van de eindschakelaars van de kleine telescopen. Ondanks dat werd relatief weinig tijd besteed aan onderhoud (1,5% tegen ca. 3% in vorige jaren).

Een lastig probleem vormden de incidentele storingen van de "link". Door systematisch speuren kon een aantal oorzaken worden gevonden en verholpen, zodat de link in het tweede half jaar geen last meer veroorzaakte.

Voor de 3,5 m spiegel werd een eenvoudig cassegrain systeem gemaakt, zodat daaruit nu zowel de 11 cm als de cm-spectrograaf ontvanger gevoed worden.

De Würzburg oost is niet voor waarnemingen gebruikt.

2.2.4. Ontvangersystemen.

De voor Dwingeloo beschikbare ontvanger systemen zijn in appendix D genoemd.

De vanouds beschikbare 21 cm "Visser-paramp" ontvanger en de 18 cm UC-ontvanger zijn niet meer beschikbaar, maar vervangen door de onder "systeemtests" genoemde gekoelde FET-systemen.

De correlator voldeed goed. Het incidenteel optreden van storing van een groepje kanalen doet zich niet meer voor. De oorzaak is bij het opsporen van linkfouten kennelijk verholpen.

De cryogene apparatuur voldeed goed.

De dm-zonnespectrograaf werd verstemd en werkt nu op 899,55-873,33 MHz (30 kanalen), 613,55-601,11 MHz (15 kanalen) en 449,55-437,11 MHz (15 kanalen) met kanalen van 0,9 MHz breedte. De spectrograaf werd in deze nieuwe afstemming gecalibreerd.

De cm-spectrograaf werd met een cassegrain spiegel in de 3,5 m spiegel geplaatst en in die opstelling gecalibreerd. De 11 cm fluxontvanger gebruikt nu nog slechts de buitenrand van de 3,5 m spiegel. Ook deze ontvanger werd opnieuw gecalibreerd.

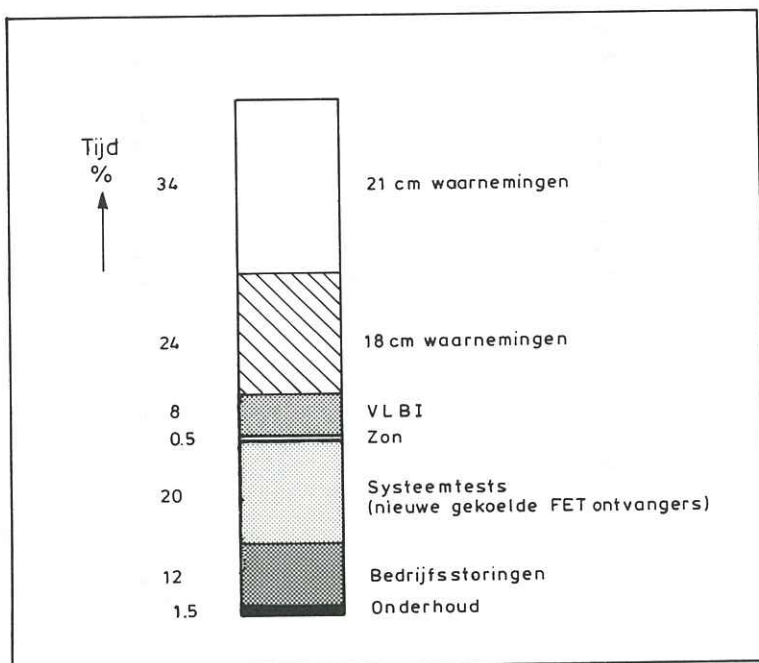
De digitale registratie met het m.s.-backend leverde geen bijzondere problemen op. De dm- en de cm-spectrografie kunnen tegelijkertijd geregistreerd worden.

2.2.5. Computersysteem.

De apparatuur voldeed goed. Een enkele reparatie bleek nodig van het stuurpaneel voor de "tape unit" en van de voeding van de computer.

Het VLBI-stuurpakket werd afgerond en voldeed goed. Een waarneemsimulatieprogramma kwam gereed, waarmee waarnemingen voor langere tijd in schema gezet kunnen worden.

Het zonneregistratiepakket werd verbeterd, de calibraties ingevoerd en de registratie van cm-spectrografie toegevoegd.



Tabel 1: Gebruik van de tijd van de 25 m teleskoop te Dwingeloo in 1982.

2.3. Computergroep.

2.3.1. Algemeen.

Uiteraard is dit jaar een aantal reeds in vorige jaren begonnen ontwikkelingen voortgezet en zijn de vaste werkzaamheden van de groep uitgevoerd. Nieuwe activiteiten van de computergroep dit jaar zijn: het ontwerpen en ontwikkelen van een algemeen gegevens analyse systeem (DWARF) en deelname aan enkele projecten in het kader van de UK/NL samenwerking.

Aan de PDP11/70 is begin dit jaar 64k geheugen toegevoegd, onder meer om ruimte te creëren voor de nieuwe versie van het bedrijfssysteem RSX11-M. De VAX 11/780 is uitgebreid met een schijfleenheid met een capaciteit van 300M bytes. De totale schijfcapaciteit is daarmee op 680 megabytes gekomen. Het interne geheugen is met 512k bytes uitgebreid tot 2.5M bytes. Teneinde in Dwingeloo mogelijkheden te krijgen voor het verwerken van beelden, is een DeAnza 8500 kleurendisplay aangeschaft. Deze aankoop was reeds in 1981 voorbereid en is goedgekeurd door de CRIVA. De eerste drie maanden gebruik van het systeem geven reden tot tevredenheid. Teneinde de kleurenbeelden te kunnen registreren op videoband is een PAL omzetter gekocht. Voor gebruik met beide computersystemen zijn vier terminals aangeschaft. Hiervan hebben twee de mogelijkheid ook grafische beelden te laten zien. Bovendien is een matrixprinter gekocht, waarop een afdruk van de inhoud van het terminalscherm gemaakt kan worden. Dit is vooral een zeer nuttig hulpmiddel bij de grafische terminals.

Aan de computerconfiguratie in Westerbork is in 1982 niets veranderd. Een deel van de randapparatuur van de HP21MX computers, de PDP11/70 computer zelf en een deel van zijn randapparatuur naderen het einde van hun economische levensduur. Binnen een of twee jaren kan onderhoud door de leverancier worden beëindigd. De financiële onmogelijkheid om op tijd apparatuur te kunnen vervangen, vervult ons met grote zorg.

Gedurende vrijwel het gehele jaar heeft Ken Sowinski, staflid van de VLA computer division, in Dwingeloo aan een aantal speciale projecten gewerkt. Zijn verblijf hier is uitermate nuttig geweest.

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

a. Real-time programma's

Veel van hetgeen dit jaar gedaan is, is voor de gebruiker van de WSRT nauwelijks zichtbaar. Toch is een aantal ingrijpende wijzigingen aangebracht met het doel de nauwkeurigheid en het dynamisch bereik te vergroten, de betrouwbaarheid te verbeteren en zoveel mogelijk correcties tijdens of onmiddellijk na de

waarnemingen aan te brengen. Verder zijn maatregelen genomen als voorbereiding op toekomstige veranderingen aan het ontvangersysteem (VLBI-MarkIII, Digitaal Continuum Backend).

Alle bewerkingen op de meetgegevens worden nu in drijvende komma notatie gedaan. Dit bevordert enerzijds de nauwkeurigheid nu de ontvangers steeds gevoeliger zijn geworden, anderzijds voorkomt het dat grote getallen buiten het bereik van de beschikbare getalruimte komen. Automatisch wordt nu een correctie aangebracht voor het schaduwen van telescopen van elkaar. Als de schaduw-correctie te groot wordt (en daardoor onbetrouwbaar) worden de betreffende gegevens weggegooid. De hardware voor het besturen van het digitale delay systeem werkt per telescoop en niet per middenfrequent kanaal. Daardoor konden verschillen in delay tussen de x en y polarisaties tot nu toe niet worden gecorrigeerd. Door een bewerking op de meetgegevens gebeurt dit nu wel. Met deze maatregelen zijn de nauwkeurigheid en het dynamisch bereik gediend.

Nu veel meer geheugenruimte beschikbaar is dan in het oorspronkelijke besturingssysteem, kan met aanzienlijk grotere buffers voor gegevens worden gewerkt. Dit vermindert het aantal in- en uitvoer bewerkingen naar de schijf, die de verbinding met de niet-real-time machine vormt. Ondanks het feit dat de real time computer voorrang heeft bij het gebruik van deze schijf, kwam het zo nu en dan toch voor dat off-line bewerkingen de schijf zo druk bezet hielden dat het real-time programma op cruciale momenten werd opgehouden. Dit is nu niet meer het geval, waardoor de betrouwbaarheid van het systeem belangrijk is verbeterd.

Nieuw dit jaar is een belangrijke uitbreiding van de bewaking (monitoring) van technische ontvanger parameters en gegevens omtrent uitwendige omstandigheden (weer, etc.). Samen met de off-line programma's die overzichten van deze gegevens maken draagt deze uitbreiding in hoge mate bij tot de vergemakkelijking van het onderhoud en van het vinden van opgetreden fouten. Het programma van de telescoopbesturingscomputer (LSI) is door Brouw aangepast om op extreme weersomstandigheden te reageren met het automatisch in de stormbeveiliging brengen van de telescopen.

Nu het om allerlei redenen nodig is om met nauwkeuriger klokken te werken, is het te kostbaar om een aparte sterretijd klok te handhaven. Voorbereidingen zijn daarom gemaakt om in de naaste toekomst alle besturingsfuncties door de Universal Time klok te laten beheersen. Dit systeem heeft reeds op experimentele basis gewerkt.

Integratie van de VLBI-MarkIII software is bijna volledig en zal in de naaste toekomst kunnen worden gebruikt. Ten behoeve van VLBI metingen maar ook ter verhoging van de algemene efficiëntie bij het doen van korte metingen, is het nu mogelijk gemaakt om metingen op ieder veelvoud van 10 seconden te beginnen en te beëindigen. Tot nu toe waren dat veelvouden van minuten. Het on-line programma is uitgebreid met een derde taper functie en met de mogelijkheid metingen met het Digitaal Lijn Backend te doen met

320 interferometer-polarisatie combinaties.

b. Off-line programma's

Veel aandacht is besteed aan programma's om de monitor gegevens op overzichtelijke manier te presenteren en te analyseren. Een aantal van de reeds lang in principe bestaande, maar wat structuur betreft onhandige, programma's voor het bekijken van de WSRT meetgegevens is herschreven. Speciale aandacht is besteed aan het gebruik van deze programma's voor VLBI metingen. Zo is bijvoorbeeld een correctie ingebouwd, die rekening houdt met de fractie van het totale opvangend oppervlak van de WSRT dat door onderlinge beschaduwing wordt beïnvloed. De kaartmaak programma's, reeds in het vorige jaarverslag vermeld, zijn op essentiële punten verbeterd. Zo is het nu ook mogelijk kaarten in verschillende polarisaties (inclusief circulaire) tijdens of vlak na de meting te maken.

2.3.3. Dwingeloo programmatuur.

a. Dwingeloo telescoop programmatuur (Lem)

Aan het programma dat zonnemetingen verwerkt is een aantal opties toegevoegd. Vooral de mogelijkheden voor het op verschillende wijze plotten van de gegevens al of niet geïntegreerd over verschillende kanalen, al of niet ten opzichte van elkaar in tijd verschoven, zijn belangrijk verbeterd.

De voorbereidings programma's voor galactische metingen en voor VLBI metingen zijn op een groot aantal punten verbeterd en voor de gebruiker prettiger te bedienen gemaakt. Voor zeer lange, zich over vele dagen uitstrekkende, waarnemingen werkt het nog niet geheel naar tevredenheid. Voor kortere reeksen waarnemingen zijn er nauwelijks problemen.

De reductie van de galactische metingen geschiedt nu in het algemeen op de HP computer. De PDP11 wordt alleen nog gebruikt als plotfaciliteiten nodig zijn.

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

Aan de meeste reductieprogramma's is dit jaar uitsluitend onderhoud verricht. Uitzondering hierop was het programma LINOBS, dat de in andere programma's vastgestelde correcties toepast op de meetgegevens. Hiervan bestonden aanvankelijk verschillende versies, die niet alleen verschilden wat betreft in- en uitvoer-medium (schijf of tape), maar ook in de beschikbare gebruiksopties. Bovendien hadden de verschillende versies ongelijke organisatie. Na toevoeging van enkele opties zijn alle mogelijkheden nu samengebracht in een nieuw programma LINOBS dat

niet alleen van schijf naar schijf, maar ook van schijf naar tape of van tape naar schijf of van tape naar tape kan werken.

Tegen het einde van het jaar zijn in vrijwel alle reductie programma's wijzigingen aangebracht om de WSRT metingen in Universal Time in plaats van in sterretijd te kunnen verwerken.

c. Verbetering dynamisch bereik (Noordam)

Reeds bij het begin van dit jaar bestond een serie programma's waarmee het dynamisch bereik van WSRT metingen kan worden verbeterd. Wanneer mogelijk wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde redundante basislijnen (tussen vaste telescopen onderling en tussen verrijdbare telescopen) om snel variërende correcties te vinden. Als deze basislijnen niet beschikbaar zijn, zoals in het merendeel van de WSRT metingen, kan ook een model van de helderheidsverdeling in het veld worden gebruikt ter bepaling van deze correcties. Dit jaar zijn hulpprogramma's voor het bepalen van het model en voor algemene inspectie van de gegevens ontwikkeld. Ook is, vooral dankzij de zeer intensieve interactie met De Bruyn en enkele ander astronomen, veel verbeterd aan de gebruikte algorithmen en aan het gemak waarmee de verschillende programma's kunnen worden gebruikt. Een handleiding (JEEVES cook-book, Note 374) is geschreven, zodat de maker van het programmapakket niet langer ook de operator ervan hoeft te zijn. Wel draait het gehele pakket nog op de PDP11/70, hoewel de bewerkingen (kaartanalyse) niet een zuiver productie karakter dragen en dus beter op de VAX11/780 passen.

Teneinde de met behulp van het JEEVES pakket bepaalde correcties niet alleen te kunnen toepassen op de over twee minuten geïntegreerde meetgegevens, waarvoor in Dwingeloo kaartbewerkingsprogramma's bestaan, maar ook op de metingen met volle tijdsresolutie, is door Raimond een correctieroutine ingebouwd in een speciale versie van een reeds bestaand programma. Het is de bedoeling dat dit in de toekomst op een 'nette' manier in LINOBS gebeurt.

e. Algemene gegevensanalyse (Harten, Van Diepen, Kombrink, Hamaker)

Aan het eind van het vorige verslagjaar waren we nog bezig te proberen ons gegevens analyse systeem te baseren op een reeds bestaand systeem, zoals AIPS van NRAO of STARLINK. Helaas hebben we deze pogingen in het begin van dit jaar moeten opgeven omdat enerzijds de structuur van AIPS niet geschikt bleek en anderzijds STARLINK niet voldoende ver was gevorderd met de definitie van een systeem om daarvan gebruik te kunnen maken. Wel is in een tweedaagse werkbespreking met de Starlink systeemontwerpers gebleken dat er een grote mate van overeenstemming bestond over de filosofie ook al kwamen enkele belangrijke verschillen van mening aan het licht, vooral ten aanzien van de verwerking van grote

gegevensstructuren. Als basis voor het ontwerp van de structuur van ons analyse systeem is dan ook die van de toen gedefiniëerde 'Starlink environment' gekozen. De ontwikkeling van het systeem, dat de naam DWARF (Dwingeloo Westerbork Astronomical Reduction Facility) heeft gekregen, is in maart voortvarend ter hand genomen. Ten tijde van het schrijven van dit verslag zijn vrijwel alle belangrijke elementen van het systeem beschikbaar voor gebruik op de VAX11/780 computer. Gedetailleerde documentatie van alle programma's en routines zijn beschikbaar. Op korte termijn zal een handleiding voor programmeurs van astronomische applicatie programma's verschijnen, zowel als een handleiding voor de gebruiker.

De bruikbaarheid en de gebruikersvriendelijkheid van DWARF zal getoetst worden door bestaande programmatuur pakketten op detailpunten aan te passen en ze vervolgens op te nemen, zodat ze door onze medewerkers gebruikt kunnen worden.

f. Diversen

Sedert het midden van het jaar wordt de financiële administratie gevoerd met behulp van een nieuw programma (van Brouw) op de VAX. Met dit programma is de budgetbewaking eenvoudiger en doorzichtiger dan met het oude PDP11 programma. Bovendien is het eenvoudiger in het gebruik.

De in de loop van 1981 gekochte tekstverwerkings programmatuur blijkt enige hinderlijke fouten te bevatten, die de leverancier niet heeft verholpen. Omdat computer tekstverwerking desondanks absoluut onmisbaar is geworden voor de efficiëntie van het secretariaat, wordt naar een beter systeem gezocht.

2.3.4. Universitaire programmatuur.

In Leiden is door Weerstra en Spoelstra vooral gewerkt aan verbetering en aanvulling van het tapecopiëer programma STERCOP. Een nieuw programma RUIMMAP verwijdert overvloedige tussenresultaten van tapes teneinde daarop meer ruimte te maken.

Tegen het einde van het jaar zijn door Harten, Lugtenborg en Akkerman zowel in Leiden als in Groningen zodanige wijzigingen aangebracht in LINEMAP dat het programma gegevens met de reeds eerder vermelde nieuwe tape indeling en gestuurd door de UT klok kan accepteren. Bovendien is de selectie van lijngegevens veranderd mede met het oog op de metingen met het Digitaal Continuum Backend, die begin 1983 worden verwacht.

De Groningse versie van LINEMAP bleek nog enkele hinderlijke fouten te bevatten. Omstreeks de zomer zijn deze door Harten en Retallack gecorrigeerd.

2.3.5. Reductiegroep.

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

Het is vrijwel het gehele jaar gelukt om de gebruikers van de SRT binnen 3 weken de resultaten van de reductie toe te sturen. Vaak was dit zelfs aanzienlijk sneller. Voor de 50-cm metingen in het eerste kwartaal is gekozen voor een twee-staps procedure. In eerste instantie zijn alle standaard correcties aangebracht maar nog niet de correctie voor variaties van de ionosfeer. Dit resultaat werd dan vast naar de astronomen gezonden. Nadat de gegevens over de ionosfeer van het KNMI waren ontvangen, zijn in tweede instantie alle 50-cm metingen ook daarvoor gecorrigeerd. In de meeste gevallen geeft deze ionosfeer correctie een zeer significante verbetering van de metingen. De tijd verlopen tussen waarneming en het einde van de ionosfeer correctie bedroeg ongeveer 5 weken. Incidenteel is door niet beschikbaarheid van de PDP11 computer of door vakantie tijdelijk een achterstand in de verwerking ontstaan. Door de verwerking 's avonds en 's nachts uit te voeren zijn deze achterstanden echter weer snel ingelopen.

Aan de reparatie van een deel van de zonnemetingen van 1980 is gedurende enige weken nogal wat tijd besteed. Dit werk heeft inspanning gevergd van de on-line mensen, van de sterrenwacht in Utrecht en van de reductiegroep.

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

Gedurende een groot deel van het jaar is het werk in Leiden gefrustreerd door het slecht functioneren van de tape units van de Amdahl computer. Maandenlang zijn we bezig geweest om van beschadigde of onleesbare tapes nog zoveel mogelijk te redden. Het is nodig gebleken om het gebruik van tapes met unieke gegevens tijdelijk te verbieden teneinde te voorkomen dat deze gegevens verloren zouden gaan.

Gelukkig is tegen het einde van het jaar door de hulp van het Centraal Reken Instituut te Leiden en de fabrikant van de tape units belangrijke verbetering gekomen in deze situatie. Alle beperkende maatregelen zijn dan ook nu weer opgeheven.

Nadat de Groningse versie van LINEMAP zijn laatste revisie had ondergaan (zie 2.3.4), is het gebruik ervan goed op gang gekomen. Er is daarom nu ook besloten niet alle SRT metingen meer in Leiden te verwerken. De gecorrigeerde metingen worden, zoals altijd reeds gebeurde, in Dwingeloo gearhiveerd. Op verzoek van de gebruikers worden copieën van de archiefbanden naar Leiden of Groningen gestuurd voor verder analyse.

2.3.6. WSRT Newsletter (Raimond).

Met uitzondering van een maand in de zomer is de nieuwsbrief regelmatig en binnen twee a drie weken na het eind van de maand verschenen. De communicatiefunctie van dit medium blijkt nog steeds zeer nuttig te zijn. Bovendien wordt de nieuwsbrief intern in de SRZM veelvuldig gebruikt als logboek van de gebeurtenissen in alle stadia die de SRT gegevens doorlopen (van ontvangers tot gegevens reductie en analyse).

2.3.7. Inonosferische en troposferische refractie (Spoelstra).

Het met succes toepassen van correcties voor ionosferische refractie is reeds bij het verslag van de reductiegroep vermeld. Inmiddels is ook een model ontwikkeld om de WSRT procedure uit te breiden voor gebruik voor VLBI waarnemingen. Een eerste indruk is dat de procedure de weglengtefouten kan terugbrengen tot 2 - 4 cm op 1000 km basislijn. Met 'dual-frequency' technieken worden soortgelijke resultaten bereikt.

Samen met H. Kelder van het KNMI te de Bilt zijn de ionosferische onregelmatigheden, zichtbaar in de WSRT 50-cm metingen, bestudeerd om inzicht te krijgen in hun systematische parameters en in de klimatologie. De hoop is dat een beter begrip van deze verschijnselen later gebruikt kan worden ter verbetering van de kwaliteit van de WSRT metingen. Voorlopige resultaten tonen aan dat de gangbare opvattingen over de oorsprong van de onregelmatigheden met tijdschalen van 1 tot 45 minuten onjuist is. Onregelmatigheden met deze frequentie treden overwegend in de ochtenduren op. De snellere onregelmatigheden, die vooral 's nachts optreden, blijken te zijn gecorreleerd met geomagnetische activiteit.

Systematisch onderzoek van de troposferische refractie wacht op het beschikbaar komen van regelmatige gegevens over de lokale atmosferische parameters.

2.3.8. Niet-SRZM programmatuur.

Door Brouw is dit jaar nog enig werk gedaan voor de VLA. Dit is een vervolg op het werk dat hij in 1980/1981 in New Mexico gedaan heeft. Ook heeft hij aandacht besteed aan Astroscan (Leiden) programmatuur en aan het ontwerp van de verwerkingsprogramma's voor de astrometrische satelliet Hipparcos.

De door Raimond ontworpen en door Lugtenborg (Leiden) geschreven programmatuur voor de verwerking van de gegevens van de Lage Resolutie Spectrograaf van de IRAS telescoop is dit jaar vrijwel geheel klaar gekomen en in November, compleet met documentatie en gebruikers handleiding, afgeleverd op het Jet Propulsion Laboratory in Pasadena.

2.3.9. UK/NL werkzaamheden.

Met het Royal Greenwich Observatory zijn afspraken gemaakt betreffende programmeer werkzaamheden in het kader van het La Palma project. Wij zijn betrokken bij het ontwerp van een systeem voor besturing van de La Palma telescopen en instrumenten vanuit het Verenigd Koninkrijk en vanuit Nederland. Een archiveringssysteem voor de La Palma meetgegevens zal waarschijnlijk geheel bij de SRZM gemaakt worden.

2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst.

2.4.1. Algemeen.

Het grootste project in 1982 voor het laboratorium en de centrale technische dienst was ongetwijfeld het Digitaal Continuum Backend (DCB). Om tegen het eind van het jaar de voornaamste produktiewerkzaamheden voltooid te kunnen hebben moest een maximum aan mankracht gemobiliseerd worden, hetgeen vertraging bij enige andere projecten met zich meebracht. Tegen Kerst was het zover dat met de verplaatsing van een deel van de apparatuur van het laboratorium naar Westerbork begonnen kon worden.

Na de zomer van 1982 verdween een drietal laboratorium- en CTD-medewerkers voor een verblijf in het buitenland in het kader van de UK/NL-samenwerking: Doorduyn naar Royal Greenwich Observatory (RGO), Buiter naar La Palma Observatory (LPO) en Dekker naar Rutherford Appleton Laboratory (RAL). Ook dit feit hield repercussies in t.a.v. het tijdschema van een aantal projecten.

Ook rechtstreeks werden laboratorium en CTD in Dwingeloo betrokken bij enkele projecten voor de UK/NL-samenwerking.

Aan de Utrechtse Sterrenwacht en de Kapteyn Sterrenwacht Werkgroep (KWS) te Roden zijn goed gedefiniëerde instrumentatiepakketten gegund; in de meeste gevallen wordt RZM betrokken bij projecten die in nauw samenwerkingsverband moeten worden ontwikkeld. Dit vereist de nodige consultaties met RGO en RAL en dus frequente bezoeken aan deze instituten in Engeland. Na een moeizaam begin en dankzij de inzet van vele mensen is een haalbare taakverdeling uitgewerkt.

De instrumentmakerij is in 1982 van start gegaan met het werk aan millimeter ontvangers. Dit begon in de eerste plaats met de voorbereidingen voor het aanschaffen van de nodige speciale en apparatuur machines en parallel daaraan met experimenteren om de nodige nauwkeurigheid bij het mechanische werk te kunnen behalen. Tegen het einde van het jaar kon men wat dat betreft met vertrouwen de toekomst tegemoet zien.

2.4.2. Frontend ontvangers voor de SRT.

Voor een groot deel stond het werk aan de frontend ontvangers van de SRT in het teken van consolidatie. In het bijzonder de gekoelde ontvangers hebben in dit verband veel aandacht vereist. In de praktijk heeft het ontvangerpark zich op de telescopen goed gedragen. Toch traden af en toe ernstige mankementen op, voornamelijk in het cryogene deel, waarvoor intensieve inspanning vanuit laboratorium/CTD noodzakelijk bleek.

In een aantal gevallen werd vervuiling van het heliumsysteem geconstateerd; in andere bleken kortsluitingen in het cold-end te

zijn ontstaan. In het algemeen blijkt men vrijwel altijd met nieuwe soorten problemen geconfronteerd te worden. Een recent probleem bij de gekoelde ontvangers heeft te maken met mechanische vervorming binnen de cryostaat, waardoor warmte lekkages optreden die de belasting van het systeem tot onacceptabele waarden opschroefden.

Het "reinigen" van cryogene apparatuur neemt een belangrijke plaats in bij de onderhoud/reparatie werkzaamheden aan frontend-systemen. Om het reinigen effectiever te maken werd een "koelval" gebouwd, d.w.z. een soort filter dat in serie met de vacuumpomp ingezet kan worden om zodoende het ijle gas tot de temperatuur van vloeibaar stikstofgas te koelen en derhalve de verontreinigingen te bevriezen. Daarmee wordt het "schoonmaken" aanzienlijk versneld.

De reserve gekoelde versterker is na vele tegenslagen in oktober gereedgekomen en voor een korte tijd in de teleskoop gehesen. Dit systeem is uitgerust met breedband gekoelde FET versterkers, gemaakt naar een ontwerp uit NRAO. Deze versterkers dekken de band 18 tot 21 cm golflengte; de laagst gemeten frontend temperatuur bedraagt 11K. Het ligt in de bedoeling zo snel mogelijk alle upconverters te vervangen door deze FET versterkers. Zodoende zal de SRT over een vijftal gekoelde frontend ontvangers beschikken voor het waarnemen op 18 cm golflengte. De betrouwbaarheid van het systeem behoort daarmee bovendien verbeterd te zijn. Deze operatie vordert heel langzaam door enerzijds gebrek aan mankracht en anderzijds de zware eisen m.b.t. de versterkerruisttemperatuur, die zo laag mogelijk moet zijn, en de grote bandbreedte.

Het ligt ook in de bedoeling de huidige AIL 6 cm gekoelde FET's door een eigen ontwerp te vervangen. In de loop van 1982 is in het laboratorium een versterker ontwikkeld, die aan de eisen voldoet. De ontvanger is uitgevoerd in een combinatie van coaxiale- en microstriptechniek; voor het ontwerp werd gebruik gemaakt van het software pakket van COMPACT via ons contract met Cybernet Services in Rijswijk. Met behulp van dit optimaliseringsprogramma werd een breedband versterker (4750-5100 MHz) gebouwd met 19 dB versterking en een minimum ruisttemperatuur van 35K bij afkoelen tot 20K. Op kamertemperatuur bedraagt de minimum ruisttemperatuur 110K.

In februari 1982 werd op 327 MHz (90 cm golflengte) een interferometertest gedaan om mogelijke waarneemproblemen te identificeren. De tests werden simultaan op 50 cm en 90 cm uitgevoerd; ze hebben, ondanks het vrij hoge stoorniveau van aardse zenders en de hoge intensiteit van de zonnestraling, geleid tot de beslissing om de hele SRT met deze vierde frequentie uit te rusten. De constructie van de 14 frontend ontvangers is van start gegaan en vordert gestaag. Van de 14 ontvangers zullen 5 een roteerbare polarisatierichting hebben. Eind december waren 3 frontends praktisch gereed voor een nieuwe waarneemtest.

Het coaxiale feed systeem, ontworpen in samenwerking met de

TH Eindhoven, vindt men op figuur 2.4.1. Het gemeten rendement ligt boven de 60%; de polarisatie eigenschappen zijn zeer goed. De voorversterker maakt gebruik van een in eigen laboratorium ontwikkelde FET versterker met een ruistemperatuur van 90K. De systeemtemperatuur van het systeem ligt op ca. 180K.

2.4.3. Digitaal Continuum Backend (DCB).

De bedrading van het delaysysteem kwam al aan het eind van het eerste kwartaal gereed, waarna het testen kon beginnen. De bedrading van het delaysysteem zowel als die van het correlator-gedeelte is vanwege het grote aantal verbindingen dat aangebracht moest worden een moeilijke en tijdrovende taak geweest. Veranderingen in de 'backplane' zijn achteraf praktisch niet uitvoerbaar, zodat aan de betrouwbaarheid van de bedrading grote eisen werden gesteld.

In de loop van 1982 moest een nog vrij grote microprocessor software inspanning geleverd worden t.b.v. de besturing en controle van het delaysysteem.

Ook de IF- en A/D-omzetter gedeeltes kwamen medio 1982 gereed en konden al naar Westerbork verhuisd worden, waar de verdere bekabeling nog aan de gang was. Het betreft de verbindingslijnen tussen het middenfrequent gedeelte in de ontvangerruimte en het digitale gedeelte in de hoogfrequentkast. Circa 5,5 km coaxiale kabel en 500 m - 56 aderige kabel zijn voor dat doel gebruikt. Meer dan 1500 coaxiale connectors moesten aangebracht worden. De gehele bekabeling kwam in het najaar gereed, op tijd om met de systeemtest te kunnen beginnen.

Daarvoor moest wel een gedeelte van de correlator beschikbaar zijn. Tegen de Kerst kon de helft van de correlatoren naar Westerbork overgebracht worden. Dit betekent een 40 MHz bandbreedte systeem. Het eerste 20 MHz bandpaar kwam qua bedrading al medio 1982 gereed, vrijwel tegelijk met alle correlator-, input- en counter printkaarten. Voor dit werk moesten ruim 25000 "integrated circuits" gesoldeerd worden. Daarna werden de kaarten afzonderlijk getest hetgeen vrij vlot verliep, dankzij aan de ene kant het lage uitvalpercentage van componenten (0,2%) en aan de andere kant de kwaliteit van het soldeerwerk. Alle correlator-kaarten bleken op klokfrequenties van minimaal 24 MHz te kunnen werken.

In het vierde kwartaal werd in het laboratorium de combinatie: processor, delay en correlator (eerste 20 MHz) grondig getest. Net voor de verhuizing kon het tweede 20 MHz gedeelte ook meegenomen worden bij deze tests. Men hoopt dat dankzij deze aanpak de installatie problemen geminimaliseerd zullen worden.

Ten behoeve van het testen werd een aantal programma's ontwikkeld welke thans volop in gebruik zijn.

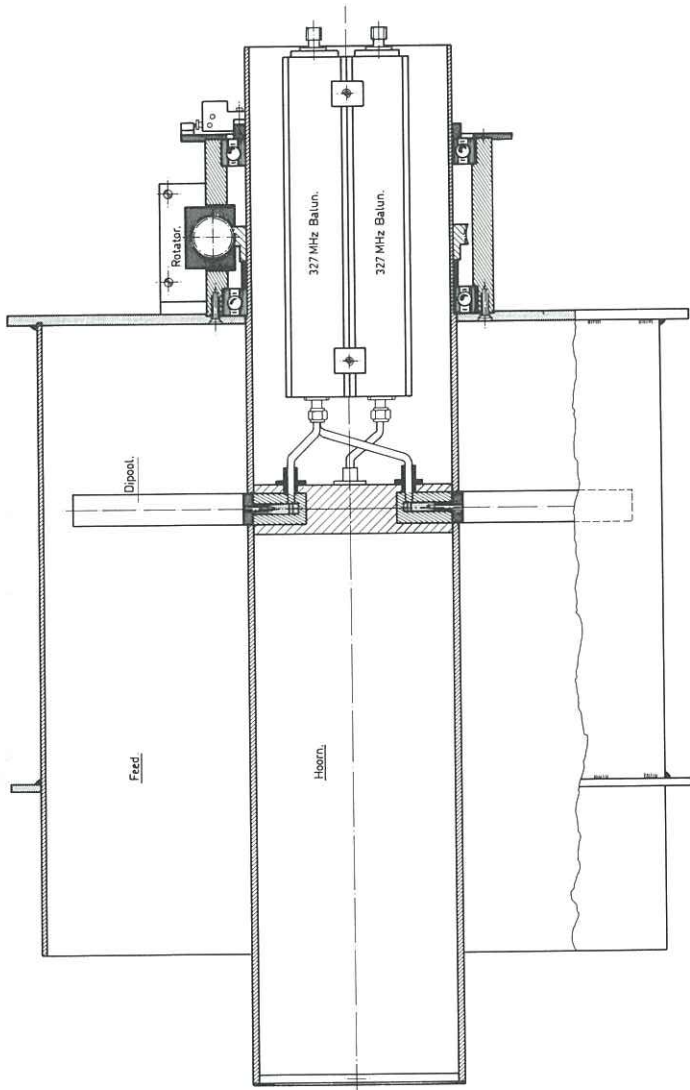


Fig. 2.4.1.

Schema van de coaxial feed voor de 327MHz frontend ontvangers. De "binnengeleiders" inclusief de "probes" kan roteren d.m.v. eens stappenmotor. Een flexibele verbinding wordt tussen de "baluns" en de ontvanger aangebracht.

Drawing of the coaxial feed for the 327MHz frontend receivers. The central pen, baluns en probescan rotate via a steppingmotor. The baluns are connected to the receiver via flexible coaxial lines.

2.4.4. Digitaal Lijn Backend (DLB).

De uitbreiding van het bestaande 5000-kanaals correlator-systeem tot een 40.000-kanaals correlator is in 1982 pas echt van start gegaan met o.a. het ontwerp en de produktie van alle geheugenkaarten (zowel input als output geheugen).

De uitbreiding bestaat uit een ingangsgeheugen, een besturingsgedeelte en een uitgangsgeheugen. Het ingangsgeheugen heeft een capaciteit van 67 Mbit en is opgebouwd uit 29 multilayer geheugenkaarten. Iedere geheugenkaart bevat naast 36 64k RAM's twee serie-naar-parallel en twee parallel-naar-serie omzetter van 18 bits die de conversie doen van de 20 MHz klokfrequentie naar de 900 nsec lees/schrijf cyclus van de RAM's.

Het uitgangsgeheugen is met behulp van dezelfde kaarten opgebouwd en heeft een capaciteit van 12 Mbit. Tegen het eind van 1982 was het besturingsgedeelte voor het uitgangsgeheugen, de nodige bedrading voor het achterpaneel en de bekabeling voor de verbinding met de processor klaar en kon met de eerste tests begonnen worden. Dit betrof in de eerste plaats communicatie tests tussen processor en de besturingsregisters via de multiplexer. Voor dit doel werden de nodige test- en besturingsprogramma's ontwikkeld (in Pascal).

Parallel met dit werk werd verder aan de foutenanalyse van het huidige DLB gewerkt. Er werd o.a. een simulatieprogramma geschreven voor de analyse van foutpatronen in DLB-kaarten.

Met behulp van het simulatieprogramma werd het onderzoek naar de "spookbeelden" voortgezet. Het mechanisme bleek complexer te zijn dan aanvankelijk gedacht en methoden werden bestudeerd om dit effect te minimaliseren. Het meest effectieve onderdrukkingsmiddel blijkt het 90° faseschakelen te zijn. Door de juiste keuze van weegfunctie en opgetelde punten toe te passen kan het effect teruggebracht worden tot een acceptabel niveau.

2.4.5. "Very Long Baseline" Interferometrie (VLBI).

In het eerste kwartaal kwam de Data Quality Analyzer gereed. Hij werd in april voor het eerst bij een experiment ingezet. Het belang van een dergelijk apparaat is opnieuw duidelijk geworden nu is gebleken dat teruglezen (decoding) van de in december '81 (VLBI Westerbork) met de IVC recorder opgenomen tapes niet uitvoerbaar was. Hoewel de oorzaak inmiddels duidelijk is geworden, is mede hierdoor (ook de slechte weerscondities speelden hierbij een rol) de in december 1981 gehouden sessie buitengewoon weinig succesvol geweest.

Na uitgebreide hardware en software tests in het laboratorium, is de in april gearriveerde Mark III (MKIII) terminal in Westerbork geplaatst. In verband met deze oplevering zijn diverse bezoeken aan Haystack gebracht, zowel voor een

gedegen kennismaking met het systeem als t.b.v. acceptatie tests. Hoewel één en ander tot tevredenheid is verlopen deden zich een aantal complicaties voor. Zo bleek bijvoorbeeld de tape drive unit enige mechanische transport schade te hebben opgelopen.

Na installatie van de MK III in Westerbork is een eerste, succesvolle, VLBI test-meting gedaan. In juli is de installatie voor het eerst ingezet bij een 8 MHz 12-uurs VLBI experiment. Hierbij werd de MK III terminal nog volledig met de hand bediend. Het ligt in de bedoeling om uiteindelijk te komen tot een vrijwel automatische bediening op basis van het waarneemprogramma. Enkele keren zijn er problemen geweest met de interface kaarten van de MK III, die tot driemaal toe door nieuwe uit Haystack moesten worden vervangen. Later werd een voorziening aangebracht, waardoor het mogelijk is simultaan twee lineaire polarisatie kanalen, als resultaat van de optelling van de X- en Y-kanalen, met 8 MHz bandbreedte te registreren. Een hulpvoorziening is aangebracht om zonder extern beschikbare tijdstandaard de Mk III terminal via de computer te kunnen bedienen.

Detailontwerp en constructiewerk aan de DCB/Mk III terminal interface zijn begin 1982 van start gegaan. De opzet van de datasplitter tussen enerzijds digitale delay en anderzijds DLB en VLBI breedband opteller (Note 363) is gereedgekomen. Uiteindelijk is afgezien van een gedeeltelijke uitvoering in ECL met een multiplexing en demultiplexing, daar de besparing aan connector-materiaal en bouwtijd niet opwoog tegen de duurdere ECL IC's en de vereiste extra ontwerptijd. De onderdelen werden besteld en een print lay-out ontworpen. Pas in het vierde kwartaal, met het beschikbaar komen van mankracht uit de WV-regeling, kon met de daadwerkelijke uitvoering van de datasplitter worden begonnen. De grote partij kabels naar en van deze unit is voorzien van connectors, en na te zijn beproefd, gereedgekomen.

Na diverse overwegingen is besloten de VLBI breedband opteller analoog uit te voeren op een middenfrequentie van 6,25 MHz. Deze 6,25 MHz wordt opgewekt door het residuele-fringe-demodulatiesysteem. Dit systeem werkt conform het bestaande 1,25 MHz digitale fringe demodulatiesysteem doch op een 5 maal hogere frequentie. Het feit dat al deze circuits in ca. 500-voud uitgevoerd moeten worden weegt zwaar bij elke beslissing.

Met voortvarendheid is de bouw van een testunit t.b.v. de DCB-Mk III interface ter hand genomen. In ruime mate is hierbij geprofiteerd van de in het kader van het DCB ontplooiende activiteiten, waardoor o.a. de kosten lager werden gehouden. De unit levert onder meer 7 onafhankelijke sin/cos signalen, afgeleid van een witte ruisgenerator, en simuleert op deze wijze in principe een aantal DCB (delay) uitgangen. Op deze manier zal het mogelijk zijn de MK III interface in afwezigheid van het DCB te testen. Deze unit werd in het vierde kwartaal afgeleverd.

De stabiliteit van het lokale oscillatorsysteem was in sommige omstandigheden ontoereikend en enige verbeteringen werden derhalve aangebracht. Zo werd voor de 183,25 MHz lokale oscillator

te Westerbork gekozen voor een eenvoudige LC-FET oscillator in analogie met de gebouwde 182 MHz PLL's, echter met een lager microfonisch niveau. Hoewel dit zeker geen optimale oplossing inhoudt, is dit qua opzet en kosten de meest aantrekkelijke; een betere oplossing behelst het gebruik van een kristal VCO en noodzaakt tot verstemming van de 28 stuks 182 MHz PLL's. Om technische redenen, en voor het verkrijgen van een gunstig deeltal ten behoeve van de locking op 5 MHz, is gekozen voor een frequentie van 183,0 MHz. Dit resulteert in een fringe stopping frequentie van 181,75 MHz in plaats van de aanvankelijke 182,0 MHz.

Er zijn ook metingen aan alle generatoren die voor frequentie konversie zorgdragen, m.b.v. de uitgebreide Frequency Stability Analyzer, uitgevoerd. Hieronder vielen mede uitgebreide metingen aan de Schomandls. De conclusie is dat bij gebruik van een waterstof-maser, zowel de Schomandls als de DCB synthesizers ongeveer in gelijke mate de fase stabiliteit bij waarnemingen op 5 GHz bepalen. Deze zal dan ongeveer corresponderen met $2 \cdot 10^{14}$ (voor $t = 1000$ sec) ofwel $< 30^\circ$ (voor $t = 1000$ sec). De konklusie hier is dan ook dat als een verdere verbetering gewenst is, de benodigde ingrepen aanzienlijk zullen zijn.

Overleg is gaande met betrokkenen bij het Naval Research Laboratorium (VS) en het Van Swinden Laboratorium (Delft) om te komen tot VLBI tijdsynchronisatie op het niveau van nanoseconde nauwkeurigheid. Hiertoe werd een 6/50 cm ontvanger met een MK III delay/fase calibratiesysteem uitgerust.

De VLBI oktober periode in Dwingeloo is wellicht een historische geweest, omdat het in de bedoeling ligt dit soort waarnemingen voortaan uitsluitend vanuit Westerbork te doen. Hiermee komt dan een eind aan de onprettige situatie dat steeds met een mobiele VLBI terminal gewerkt moest worden, waardoor altijd sprake was van een grote overhead aan mankracht rondom de opbouwfase en een verhoogd risico van falen. Er kan nu echt begonnen worden aan een optimale systeemintegratie.

Vanuit het laboratorium werd in de loop van 1982 studiewerk verricht t.b.v. plannen voor een centraal Europees VLBI correlatorcentrum. De resultaten zijn te vinden in ITR 165.

2.4.6. Ontwikkeling aan apparatuur t.b.v. millimeter golflengtes.

Bezoeken aan diverse millimeter ontwikkelingsgroepen (o.a. Estec, MPI-Bonn) hebben meer inzicht verschaft in de benodigde faciliteiten voor millimeter-ontwikkeling. Deze betreffen het maken van o.a. mixer-"mounts" en diode-kontakten.

In de instrumentmakerij werd gestart met de konstruktie van een proefmodel van een 350 GHz mixer die begin oktober gereedkwam. Tesamen met de, bij andere instituten, opgedane kennis heeft dit de nodige ervaring opgeleverd en inzicht verschaft in het maken van onderdelen die aan bijzonder hoge nauwkeurigheidseisen (enkele

microns) moeten voldoen. Het bleek daarvoor noodzakelijk hulpgereedschap (o.a. meetmicroscoop) en -machines (bijv. lapmachine) aan te schaffen. Een andere mogelijkheid, dan een verspanende bewerking, om nauwkeurig complexe golfpijpstructuren te realiseren, is elektroformeren. Ook deze techniek is bij andere instituten bekeken en hiervoor werden faciliteiten opgezet. Met de elektroformeertechniek zijn zeer kleine konische modellen gemaakt op roestvrij stalen naalden. Een verdergaande ontwikkeling is het elektroformeren op aluminium dragers, welke laatste daarna weggeetst worden. Al deze technieken zijn bedoeld om zeer kleine millimeter golfpijponderdelen te kunnen vervaardigen.

In de toekomst zal vrij zeker een 4K koelsysteem ook voor mm-toepassingen gebruikt worden. Vandaar dat in april getracht werd een nieuwe, langere, testcyclus voor het 4K systeem te starten om zodoende de betrouwbaarheid van het systeem op langere termijn te onderzoeken. Verontreiniging in de J-T expansielus leidde echter tot een langzame afname van het koelend vermogen, merkbaar aan een afnemende helium massaastroom door het systeem, met als gevolg dat begin juni, na 4 weken in bedrijf te zijn geweest, het 4K gedeelte van de koelmachine opgewarmd was.

De in 2.4.2. genoemde koelval voor het schoonmaken van cryogene systemen is hier met vrucht toegepast. Na reiniging van het systeem is de gasstroom ca. 6 weken constant gebleven. Begin december liep de compressor vast door nog niet bekende oorzaak. Ondanks deze tegenslag blijkt het testen van het 4K systeem redelijk succesvol: sinds half augustus heeft het systeem ruim 12 weken vrijwel onafgebroken gewerkt; wel blijkt voortdurende controle en aandacht noodzakelijk.

Naast het gebruik van een gesloten 4K systeem voor mm-ontvangers is aandacht besteed aan de mogelijkheid tot koeling m.b.v. een hybride koelsysteem. Een dergelijk systeem bestaat uit een gesloten 20K koeler die gebruikt wordt voor koeling van stralingsschermen in een open helium dewar. Het voordeel hiervan t.o.v. een konventioneel dewar systeem is een langere standtijd van de dewar. Berekeningen geven aan dat bij zorgvuldig ontwerp een standtijd van een week haalbaar is. Een ander voordeel van een open systeem is de eenvoudige mogelijkheid tot verlaging van de temperatuur tot 2,7K via afpompen van het helium. Dit is belangrijk vanwege de betere gevoeligheid van de InSb-mixer bij lagere temperatuur.

Voor een optimaal ontwerp van een geïntegreerde mm mixer/IF-versterker is, naast kennis van de S-parameter van de in de versterker te gebruiken FET en mixer (bij de IF-frequentie) ook karakterisering van de ruisparameters van de FET noodzakelijk. Meting van de ruisparameters blijkt nodig gezien de diskrepantie tussen theorie en in de literatuur gegeven praktische waarden voor FET's bij ~1,5 GHz. Bij de bepaling van de ruiseigenschappen van een "kale" FET maken stabiliteitsproblemen een betrouwbare meting vrijwel ondoenlijk. Het automatische ruismeetsysteem van de TH Twente bleek om die reden dan ook niet goed bruikbaar, hoewel in

principe, op enkele onvolkomenheden na, het een goed opgezet systeem is. De stabiliteit van het te meten circuit werd, door een zelfinductie in serie met de "gate" van de FET aan te brengen, verbeterd. Deze zelfinductie wordt tegelijkertijd zodanig gekozen dat de reaktantie ervan bij een frequentie (1500 MHz) gelijk is aan het reaktieve deel van de optimale ruisimpedantie. D.m.v. variatie van de reële komponent van de bronimpedantie, m.b.v. kwart-lambda transformatoren met verschillende karakteristieke impedantie, kunnen de ruisparameters bepaald worden. Deze methode heeft in de praktijk goed bruikbare resultaten opgeleverd.

Bij de bepaling van de ruistemperatuur is aandacht besteed aan eventueel optredende fouten door misaanpassing tussen versterkeringang en ruisbron. Dit blijkt een aanzienlijke foutenbron te zijn, waarvoor correctie echter mogelijk is. De gemeten ruisparameters zijn gebruikt voor het ontwerp van een ingangscircuit van de FET-versterker, waarmee optimale ruis- en vermogensaanpassing mogelijk is. Daarbij is gebruik gemaakt van het netwerk-analyse- en optimalisatieprogramma APLAC van de TH Twente. Het berekende circuit is op microstrip substraat gerealiseerd en getest. Daarbij bleek dat de gevolgde ontwerpprocedure goed bruikbaar is, indien de berekende circuits ook in de praktijk gerealiseerd kunnen worden. Het onderzoek heeft in belangrijke mate meer inzicht verschaft in de kritische parameters voor het ontwerp van FET-versterkers met ruis- en vermogensaanpassing.

De bijdrage van RZM aan de bouw van de UKIRT-ontvanger (UK Infra Red Telescope) heeft vaste vormen aangenomen. Naast de konstruktie van het cryogene ontvangerdeel (hybride koelsysteem met mm-mixer en gekoelde IF-versterker) bouwt RZM ook het systeem voor frequentiestabilisatie van het carcinotron.

Het frequentie/faselock-systeem is al voor een belangrijk deel geassembleerd. De volgende fase is het afregelen en testen. Voor de harmonic mixer zal het eerste exemplaar van een mm-mixer voor 350 GHz, waaraan in de instrumentmakerij gewerkt wordt, gebruikt worden. Hiervoor zijn mm Schottky diodes aangeschaft.

Diverse subsystemen voor de UKIRT-ontvangers zijn in 1982 gereedgekomen of beter gedefinieerd:

- Een frontend standaard voedingseenheid is gereed.
- De waterkoeling van het carcinotron is geassembleerd.
- Het IF-systeem is geassembleerd en getest.
- Het referentie-frequentie systeem (o.a. LF synthesizer, phase locked oscillator) voor de stabilisatie van het carcinotron is nu volledig gedefinieerd en de bestellingen zijn geplaatst.
- Het frequentie/faselock-systeem is uitvoerig getest; hiervoor is een 150 MHz phase-locked oscillator gebouwd.
- Het hybride koelsysteem is geassembleerd; begin januari 1983 zullen testen plaatsvinden.

Een eerste versie van een mm mixer-blok voor de UKIRT-ontvanger is in de instrumentmakerij vervaardigd. Er kleven echter nog enkele onvolkomenheden aan, waardoor het alleen voor

experimentele doeleinden bruikbaar is. Belangrijk is dat voldoende ervaring is opgedaan voor de vervaardiging van een definitieve versie, die wel aan alle nauwkeurigheidseisen voldoet. Dit exemplaar was bij het schrijven van dit verslag vrijwel gereed.

Van de gekoelde IF voorversterker zijn twee exemplaren gemaakt met, bij 20K, een ruistemperatuur lager dan 10K over de band (~8K minimaal). De eerste versterker is gebruikt voor een test bij 4K. De versterker werkt bij deze temperatuur nog zonder problemen. De ruistemperatuur verandert, t.o.v. de waarde bij 20K, niet belangrijk door koeling tot 4K.

Het is voor RZM, i.v.m. werkzaamheden voor de Millimeter Teleskoop (MT) in de toekomst, van bijzonder belang expertise op het gebied van mm-ontvangers te verkrijgen. De bouw van deze UKIRT-ontvanger draagt daartoe in belangrijke mate bij. Naast de bouw van een belangrijk aantal ontvangerdelen zal de integratie hiervan met de rest van het systeem, en het testen van de UKIRT-ontvanger (inclusief het Acousto-Optic-backend) in Dwingeloo plaatsvinden.

Veel tijd is het vierde kwartaal besteed aan de inschrijvingen vanuit het laboratorium voor de Workpackages t.b.v. de Millimeter Teleskoop (MT). Uiteindelijk heeft RZM op een zestal gereageerd. Volgend jaar zal echter pas duidelijker worden wat daadwerkelijk aan ons zal worden toebedeeld.

Tevens is vrij ruim aandacht besteed aan de "Receiver systems study" t.b.v. de MT. Deze studie beoogt in overleg met alle betrokkenen te komen tot een zo optimaal mogelijke reeks van faciliteiten voor het ontvangstinstrumentarium van de MT. Primair behelst dit de definitie van de opzet van het waarneemsysteem en de directe consequenties daarvan voor de bouw van de MT. Meer specifiek komt dit in eerste aanleg neer op de mechanische/thermische consequenties voor de ontvangerruimte in de telescoop en de specificatie van onderhouds/ondersteuningsruimtes. Een eerste versie rapport is gereedgekomen en in de Receiver Working Group besproken.

Begin 1982 werd een algemeen circuit- en systeem analyse programma op de VAX computer geïnstalleerd. Dit programma is in staat DC, transient, periodic steady state en AC analyses van vrij ingewikkelde circuits of systemen te verrichten. Ook niet-lineaire systemen (paramps of geïntegreerde differentiaal vergelijkingen bijv.) kunnen worden berekend. De beschikbaarheid van dit programma heeft ons ertoe geleid een thermisch model op te stellen voor de Millimeter Telescoop en zijn omgeving. Het model telt meer dan 60 knopen en 100 systeem variabelen. Het programma berekent de periodic-steady-state knoop temperatuur als functie van de tijd en aangenomen systeem parameters. De resultaten van de computer berekeningen en een aantal praktische conclusies voor het MT ontwerp zijn in Note 382 verwerkt.

Relatief grote bandbreedte bij een millimeter spectrograaf wordt thans behaald door middel van acousto-optische methoden. In Note 375 wordt gerapporteerd over mogelijke digitale architecturen

om bandbreedten van 500 tot 1000 MHz te halen. De methode maakt gebruik van digitale filtering van het video signaal en verder van het toepassen van een efficiënte transformatie van de "samples". FFT's, Walsh-Haddemard Transforms, rectangular transforms en Number Theoretic Transforms worden vergeleken en conclusies worden getrokken.

In nauwe samenwerking met de Utrechtse Sterrenwacht is er een "chopping secondary mirror" voor de UKIRT op Mauna Kea, Hawaii, gebouwd. Het mechanische deel werd vervaardigd in Utrecht, terwijl de elektronika in Dwingeloo werd gebouwd naar een ontwerp van de NASA Infrarood Teleskoop op Hawaii. Eind september werd de opstelling door ROE stafleden in Dwingeloo beproefd en binnen specificaties bevonden. De maximum "chopping" frequentie ligt bij ca. 50 Hz. M.b.v. een laser opstelling en onze klimaatkast werd de bewegingsnauwkeurigheid bij kamertemperatuur en bij -15°C getest.

I.v.m. de mogelijkheid dat een deel van de besturing en gegevensverzameling van de MT in Dwingeloo wordt gemaakt werd in een concept studie enige tijd gestoken. De nadruk werd vooral gelegd op "remote operations" van de teleskoop (4200 m hoog). De studie heeft tot een verslag geleid (ITR 166).

De eerste (evaluatie) metingen met de MMR miniatuur koelmachine zijn afgerond. Het principe is die van afkoeling d.m.v. Joule Thompson expansie van stikstofgas dat onder hoge druk (< 150 atm.) naar een expansie kamertje wordt geleid. Het bijzondere van het gebruikte type is de miniatuur uitvoering waarbij de warmte wisselaar zowel als de expansieruimte in gelaagd glas geëtst zijn. Het gemeten koelend vermogen is groter dan 250 mW bij een temperatuur lager dan 100K en een ingangsdruk van 120 atm. De werkelijke temperatuur op het coldend ligt vermoedelijk 10-15K lager; deze kon vanwege de gebruikte testuitvoering echter niet gemeten worden. Het nadeel van een dergelijk systeem is de noodzaak van een uiterst schoon systeem; het blijkt nodig ondanks de 99,998% zuivere stikstof, de inhoud van het ingangsfILTER na ongeveer 100 uur te vervangen. Daarnaast dient elke 50 uur een nieuwe fles N_2 aangesloten te worden. Een drietal belangrijke voordelen van dit systeem zijn de trillingsvrijheid, de stabiele temperatuur, en de mogelijkheid om in principe een continue temperatuurregeling van ~ 85 -300K te realiseren. Toepassing ligt potentiëel in de koeling van CCD's. Thans wordt de mogelijkheid onderzocht om via buffers en compressoren tot een gesloten systeem te komen.

In het kader van de UK/NL samenwerking werd een technicus uit de instrumentmakerij, J. Dekker, bij het Rutherford/Appleton Laboratory gedetacheerd waar aan het ontwerp van de MT wordt gewerkt. Hij werd o.a. betrokken bij het ontwerp van het secundaire spiegel systeem ("chopping secondary") van de MT. Het systeem zal vermoedelijk in Nederland gebouwd worden.

2.4.7. La Palma Observatory (LPO) projecten.

In het kader van de UK/NL samenwerking werd RZM ook betrokken bij projecten t.b.v. telescopen voor de LPO. Er werd o.a. medio 1982 gekozen voor een gezamenlijke ontwikkeling aan een nieuw controller systeem voor de CCD (Charged Coupled Devices) camera's van, in de eerste plaats, de 4,2 m teleskoop. Een aantal exploratieve gesprekken werd gehouden met de ontwerpers van het CCD camera systeem uit RGO. Het doel van het project is om te komen tot een nieuw, universeler, ontwerp voor de CCD controllers. Het nieuwe systeem moet o.a. compacter zijn en minder warmte produceren. Het moet ook over meer flexibiliteit beschikken en dus toekomstige CCD detectoren kunnen besturen. Alleen voor de 4,2 m teleskoop ziet het er nu naar uit dat er 5 of 6 aparte CCD detectoren bestuurd moeten kunnen worden. Begin 1983 zal een gedetailleerd voorstel gemaakt worden.

Medio 1982 werden ook twee laboratorium/CTD medewerkers, A. Doorduyn en J. Buiter, bij respectievelijk RGO en LPO gedetacheerd. Doorduyn werd ingeschakeld bij een project voor de Isaac Newton (2,5 m) teleskoop: de "Prime Focus Automatic Plate Changer" (APC).

De APC is een 16 cm "plate camera" met een filter en een "plate stack". D.m.v. een multiplexer wordt deze bestuurd door een 6800-microprocessor, welke weer verbonden is met de besturingscomputer. Bij de taak hoort het ontwikkelen van het microprocessorprogramma, het ontwerpen van de multiplexer en het bepalen van de APC- en microprocessorbedrading. Het multiplexer ontwerp is thans klaar en wacht op fabricage. Het APC bedravingsontwerp staat ook gereed, op de route na, die nog moet worden vastgelegd.

J. Buiter werkt op La Palma mee aan het "integrating TV system" bestemd voor de 2,5 m optische teleskoop. Op de teleskoop zijn TV camera's aangebracht, welke "meekijken" door de lens. De beelden worden na digitisatie opgeslagen in geheugens, waarna hiermee allerlei bewerkingen, zoals integratie, filteren, en aftrekken van achtergronden kunnen worden uitgevoerd. Het werk bestaat voorlopig uit het bestuderen van documentatie en de toegepaste programmeertaal Fortran. Het systeem, dat in Herstmonceux wordt gemaakt, arriveerde in het vierde kwartaal op La Palma. Buiter is ook betrokken geweest bij modificaties en reparaties aan temperatuursensoren die gebruikt worden t.b.v. site onderzoek op de top van de berg.

2.4.8. Diverse ontwikkelingen.

a. SRT

Preventief onderhoud, reparaties en verbeteringen aan het SRT waarneemsysteem kunnen niet allemaal door de Westerbork staf

alleen verzorgd worden. Een aanzienlijke assistentie vanuit laboratorium en CTD, waar technici "stand-by" staan op afroep, is ook in 1982 nodig geweest.

De belangrijkste verbetering is wellicht de uitbreiding van het centrale monitoring systeem, waarmee men efficiënter het waarneemsysteem kan bewaken en snel op gebreken kan reageren. De voedingsapparatuur in de teleskoophuisjes en in het hoofdgebouw werd voor dat doel gewijzigd. Om de "total power" van de frontends te bewaken is een monitoringsdetector ontwikkeld. Er zal worden gemeten direkt na de grondkabels op een frequentie van ca. 127 MHz. Deze total power detector heeft een uitgangsspanning van ca. 1 Volt voor een ingangsvermogen van -86 dBm.

Het nieuwe gaskabelsysteem is thans gereedgekomen. Het net van stikstofleidingen is geheel gemoderniseerd. Er is veelvuldig gebruik gemaakt van metalen buizen en gaskoppelingen. Het gevolg hiervan is dat er veel minder lekken in het hele systeem kunnen ontstaan. Het systeem zal dus minder stikstof verbruiken terwijl het stabiel is.

Het onderzoek naar een nieuwe, efficiënte aandrijving voor de telescopen werd voortgezet. Een stappenmotor met stuurversterker systeem werd getest in een opstelling met een dummy-belasting, welke de teleskoopbelasting simuleert. In eerste instantie traden er bij bepaalde snelheden hinderlijke resonantie-verschijnselen op waartegen maatregelen gevonden moeten worden. Het stoor-spectrum, dat door het systeem opgewekt wordt, moet nog beter onderzocht worden. In verband met de reeds eerder genoemde resonantieverschijnselen wordt nu gezocht in de richting van verhoging van het aantal stappen in de stappenmotoren.

Het onderzochte systeem heeft veel voordelen. Zo kan bijv. een magnetische koppeling en een tandwielkast vervallen terwijl het remsysteem veel eenvoudiger kan worden. Dit systeem gebruikt ca. 150 Watt tegen 3 kW in het oude systeem. Per teleskoop kan dit per jaar 20.000 kWh voordeliger zijn.

In 1981 is melding gemaakt van de noodzaak tot het slijpen van de uurhoekkwadranten van alle telescopen. In 1982 zijn 3 telescopen behandeld. Met een dubbele slijpopstelling kost een teleskoop twee weken continue slijpen. Daarna moeten er overmaatste aandrijfwielen gemonteerd worden. Steeds wordt de slechtste teleskoop uitgezocht voor de volgende slijpperiode.

Bij de montage van frontends in de vaste telescopen in Westerbork was het steeds noodzakelijk een hijsbalk te monteren. Uit overwegingen van veiligheid en snelheid werden de vaste telescopen van permanente hijsbalken voorzien, zoals deze reeds in de verplaatsbare telescopen en op teleskoop "0" in gebruik zijn. In verband hiermee moesten alle frontends van andere hijsogen worden voorzien.

b. Dwingeloo waarneemsysteem

Nadat een aantal instabiliteiten, welke samen hingen met het backend en het cryogene systeem, waren opgelost, bleef de systeemtemperatuur van het 21 cm FET frontend, na plaatsing in de teleskoop, schommelingen in de orde van 1K vertonen. De beschikbare testapparatuur bleek niet gevoelig genoeg om de oorzaak van de kleine instabiliteiten (0,1-1K) in de systeemtemperatuur aan te wijzen. De verdenking van de nieuwe gekoelde FET versterker leek, na langdurig testen m.b.v. het totale ontvangerssysteem, ongegrond. Nauwkeurige inspectie bracht aan het licht dat de verwijdering van de oude param gepaard gegaan was met het verwijderen van de pompleiding die het 20K plateau enigszins ondersteunde. De overblijvende, asymmetrische ondersteuning van het 20K plateau veroorzaakte variaties in de spleet tussen de waveguide delen door temperatuurwisselingen. De oude pompleiding werd daarop wederom, ditmaal als ondersteuning, aangebracht waarna de gesignaleerde instabiliteiten prompt verdwenen bleken te zijn.

Na een eerste gebruik kan geconstateerd worden dat met FET versterkers de stabiliteit tenminste even goed en mogelijk zelfs nog beter dan met de "Visser" param genoemd mag worden. De systeemtemperatuur is verbeterd met 4K van 38 naar 34K.

Nadat het 21 cm FET frontend op 23 april, na oplossing van de technische problemen, weer in de teleskoop was gehesen, bleek er een CW storing op 1420,97 MHz, welke zeer hinderlijk was voor de waarnemingen. De storing bleek uiteindelijk uit het laboratorium afkomstig. Het was de 6le harmonische van een 23,3 MHz kloksignaal.

Naar aanleiding van deze moeilijke problemen zijn twee test verbeteringen aangebracht: in de eerste plaats is een coaxiale verbinding aangebracht tussen het laboratorium en de digitale correlator in de Dwingeloo teleskoop. Zodoende kunnen alle frontends, dus ook die voor de SRT, veel nauwkeuriger in het laboratorium getest worden. De tweede verbetering betreft het testen van de correlator zelf, waarvoor een zeer stabiele test generator werd gebouwd die het frontend simuleert.

Van het 18 cm gekoelde frontend werd de upconverter vervangen door een systeem met koelbare FET versterkers naar een eigen ontwerp. Bovendien is de tweede polarisatie uitgevoerd. De 6 cm optie is voorbereid en grotendeels gereed.

De "centimeter spectrograaf" voor het waarnemen van de zon werd medio 1982 in de 25 m teleskoop geïnstalleerd waar hij naar wens heeft gefunctioneerd. Na een tweetal waarneemprogramma's werd de spectrograaf gedemonteerd en klaargemaakt voor installatie in de 3,5 m teleskoop.

Dit frontend werd in december in de 3,5 m teleskoop geïnstalleerd in een Cassegrain opstelling met een vlakke subreflector van 47 cm diameter. De 11 cm flux ontvanger (in het primaire brandpunt gebleven) is voorzien van een eigenbouw FET

versterker die het verlies aan gevoeligheid, veroorzaakt door het aanbrengen van de subreflector, gedeeltelijk compenseert. De cm spectrograaf en de 11 cm fluxmeter zijn nu beide operationeel. De gevoeligheid is juist voldoende voor een behoorlijke waarneming van de zonsverschijnselen.

c. Interactive Graphics

Het door ons eerder ontwikkelde gedrukte kaartlayout programma kon alleen gedeeltelijk de problemen van het ontwikkelen van ingewikkelde kaarten oplossen. Men moet eigenlijk "camera ready" maskers kunnen maken. Dit vereist voornamelijk (behalve natuurlijk een geschikte plotter) een interactive graphics software pakket waarmee snel en handig interactieve details ingevoerd of veranderd kunnen worden. De software moet beschikken over een bibliotheek van symbolen zoals connectors, IC pads, enz. Zo'n software structuur is ook uitermate geschikt voor andere doeleinden zoals bijv. ontwerp van custom IC, ontwerpen van microgolf stripline of zelfs het snel maken van A4 formaat tekeningen.

Als eerste aanzet is op basis van een gekocht software pakket voor interactive graphics met een "graphic tablet" voor invoer, een tekenprogramma ontwikkeld. Dit programma is in hoofdzaak een data-set management programma. Een beeld bestaat uit beeldelementen die in een lijst opgenomen zijn. Een beeldelement kan bijv. uit een van de volgende types gekozen worden: tekst, vierkant, stel aan elkaar verbonden lijnen (polyline), etc. De opdrachten worden in dit systeem via het kiezen van een "menu item" op aanwijzen van een beeldpunt op de display met behulp van de graphics tablet ingevoerd.

d. Maserontvanger

De ruistemperatuur van de maserontvanger bij 6 en 21 cm werd begin januari gemeten: voor 6 cm is de ontvangertemperatuur 11,4K. Rekening houdend met ingangsverliezen en -reflektie kan hieruit een ruistemperatuur van ~4K voor de maser zelf worden afgeleid. De eigenschappen en meetresultaten van de ontvanger zijn beschreven in ITR 163. Hiermee is het maserproject, wat de RZM betreft, afgesloten. Door de TH Twente wordt nog gewerkt aan het breedbandiger maken van de maser.

e. Leiden/ESO light collector

In september 1980 werd RZM benaderd i.v.m. het moderniseren van de aandrijving van de Nederlandse "light collector" op La Silla. Deze kijker, die tot de zomer 1981 bij het Leidse station

in Zuid-Afrika opgesteld was, is uitgerust met een ouderwetse aandrijving die niet geschikt is voor computersturing. In samenwerking met de Kapteyn Sterrewacht Werkgroep (KWS) te Roden werd een gedetailleerd mechanisch ontwerp van de nieuwe telescoopbesturing gemaakt. RZM draagt voornamelijk bij tot de ontwerpdefinitie en de organisatie van de constructie.

In Roden wordt nu een exemplaar van de nieuwe besturing gemaakt. Dit zal vervolgens in een opstelling worden getest. Voldoet deze test aan de verwachtingen dan zal ook een tweede en, als reserve, een derde besturing gemaakt worden. De computer-interface apparatuur wordt bij ESO in Duitsland vervaardigd. De eindtest -besturing van de aandrijfmotoren door de computer-, terugmeldingen, enz. zal te zijner tijd bij ESO plaatsvinden.

f. Meetinstrumentencommissie

De kentering die in 1980 al zichtbaar was, heeft zich in 1981 en 1982 voortgezet. Dit betekent dat minder instrumenten werden aangekocht dan voorgaande jaren, nl. 18.

Ter vergelijking kunnen de cijfers in 1980 en 1981 nog genoemd worden: resp. 38 en 25. Dit betekent dat een meetinstrument gemiddeld over een langere periode moet worden afgeschreven dan enkele jaren geleden, wat een toename inhoudt van de gemiddelde leeftijd van de instrumenten. Het instrumentenbestand vergrijst dus.

Dit is een ongunstige ontwikkeling, gelet op het feit dat een modern instrument technisch veel sneller veroudert dan 5 tot 10 jaar geleden. (Een logic analyzer van 5 jaar oud kan tegenwoordig nog nauwelijks ingezet worden wegens o.a. de hogere snelheid van de moderne logica.)

Een tweede punt van belang is de toenemende complexiteit van zowel analoog als digitaal gerichte meetinstrumenten. Ieder instrument van enige importantie beschikt vandaag de dag over een eigen microprocessor met uitgebreide display- en correctiemogelijkheden. Dit vergroot weliswaar vaak de nauwkeurigheid, maar maakt het instrument ook veel duurder. Zodoende is, ondanks de dalende prijzen van micro-elektronika, niets te merken van dalende meetinstrumenten prijzen; integendeel, er wordt meer complexe logica per instrument toegevoegd.

Ook de hoge inflatie in de Verenigde Staten werkt sterk kostenverhogend voor de voornamelijk Amerikaans gerichte instrumentenmarkt. Als voorbeeld moge dienen dat een bepaalde spectrum analyzer van Amerikaans fabrikaat in 1980 te koop werd aangeboden voor $\pm 1/3$ van ons instrumentenbudget. Dezelfde analyzer op dit moment kost veel meer dan ons hele budget!

In 1982 zijn dan ook lang niet alle geplande instrumenten werkelijk gekocht; een gedeelte is noodgedwongen doorgeschoven

naar 1983.

g. Instrumentatiegroep

De instrumentatiegroep is verantwoordelijk voor het onderhoud en de calibratie van alle meetinstrumenten binnen de RZM, terwijl een man bij de computergroep is gedetacheerd en van hieruit is betrokken bij het onderhoud van de stichtingscomputers te Dwingeloo.

Normaliter zijn 3,5 man bij instrumentatiewerk betrokken, maar tijdens Laboratorium/CTD produktieruns kan tijdelijk de helpende hand geboden worden. Dit is het afgelopen jaar diverse malen het geval geweest.

Er werden het afgelopen jaar 120 grotere en veel kleinere reparaties uitgevoerd. (het hand-calculator bestand vraagt de laatste jaren steeds meer tijd)

Het aantal reparaties buitenshuis uitgevoerd bedroeg 8.

Behalve bovengenoemde taken werd veel aandacht besteed aan de (geautomatiseerde) administratie van het instrumentenbestand en de bijbehorende documentatie.

2.4.9. Verdeling van de werktijd over de projecten.

In 1982 bestond de personeelsbezetting van deze afdelingen uit 50 medewerkers waarvan gemiddeld 4 praktikanten en 2 WV-medewerkers.

Afwezigheid wegens verlof en ziekte kostte 13,6% van de bruto beschikbare werktijd.

De algemene leiding van beide afdelingen kostte 5,6% en aan stafvergaderingen, conferenties en literatuurstudie werd 3,2% besteed.

De daarna resterende netto tijd, rechtstreeks te besteden aan de projecten en vaste diensten bedroeg 9615 mandagen.

De procentuele verdeling hiervan was als volgt:

1. <u>Bouw en onderhoud elektronische waarneemapparatuur</u>	36,6%
a. Frontend-ontvangers Westerbork	7,1%
b. DCB (digital continuum backend)	18,7%
c. VLBI	4,5%
d. Monitoring systeem WSRT	0,4%
e. Waarneemsysteem Dwingeloo	3,8%
f. Onderhoud cryogene installaties	2,1%

2. <u>Ontwikkeling van nieuwe systemen en ontvangers</u>	27,5%
a. DLB (digital line backend) 40.000 kanalen	8,3%
b. VLBI interface Mark III met DCB	2,1%
c. 327 MHz ontvanger	3,4%
d. Cryogeen ontwikkelingswerk	2 %
e. Diverse projecten o.a.	11,7%
ESO 90 cm light collector	
FET versterkers 18-12 cm	
FET versterkers 6 cm	
Interactive graphics	
Cm-spectrograaf	
3. <u>UK/NL samenwerking</u>	10,9%
a. UKIRT (mm ontvanger)	5,5%
b. La Palma Observatory projecten	1,7%
c. Mm teleskoop projecten	1,6%
d. Mm en optische ontwikkeling	2,1%
4. <u>Voorzieningen telescopen</u>	4,6%
a. Onderhoud en modificatie Westerbork telescopen	3,4%
b. Onderhoud Dwingeloo telescopen	0,8%
c. Ontwikkeling nieuw aandrijfsysteem voor de Westerbork telescopen	0,4%
5. <u>Vaste diensten C.T.D.</u>	20,4%
Computeronderhoud, instrumentatie, print-fabrikage, technisch tekenen, offsetdruk, magazijn, technische documentatie, assistentie beheer gebouwen, fotografie, publieksvoorlichting en praktikantenzorg.	

2.5. Astronomen.

2.5.1. Algemeen.

Het aantal leden van de groep astronomen is in de loop van 1982 weer gegroeid naar de volle bezetting van zes. Uit hoofdstuk 3.1. valt op te maken dat de astronomische bezigheden van de RZM-astronomen, alsmede die van stafleden van andere afdelingen, blijven verspreid over veel van de actieve gebieden binnen de Nederlandse astronomische gemeenschap. Naast hun wetenschappelijk onderzoek hebben de RZM-astronomen ook hun gebruikelijke service-taken uitgevoerd. Hieronder dienen genoemd te worden de activiteiten i.v.m. de calibratie en kwaliteitscontrole van WSRT metingen, het vervaardigen en distribueren van preprints en reprints, en de voorbereiding en assistentie bij Europese VLBI waarneemperiodes. Door regelmatige bezoeken van de leden van de astronomengroep aan de universiteiten zijn goede kontakten tussen enerzijds de astronomische gemeenschap en anderzijds de RZM-staf onderhouden.

Na het vrij plotselinge vertrek van Willis namen de Bruyn, Strom en Schilizzi elk twee maanden de taak van astronomisch waarnemer in Westerbork over, tot aan de komst van Thijs van der Hulst in juli.

Steeds meer astronomen komen in Dwingeloo op bezoek, in 1982 een totaal van 18 voor verschillende periodes. Dit is vaak in verband met colloquia maar ook voor collaboratieve projecten. De maandelijks informele bijeenkomsten van de astronomen, de Astro-T, waarin een van de leden een voordracht houdt over een recent stuk eigen onderzoek, werden ook in 1982 gehouden.

2.5.2. Personeel.

Aan het begin van het jaar bestond de groep uit vier leden, te weten: A.G. de Bruyn, S.G. Neff, R.T. Schilizzi en R.G. Strom. In de eerste week van januari kwam R.J. Hanisch uit de V.S., afkomstig van de universiteit van Maryland, en in april kwam J.S. Albinson uit Engeland, van de Cambridge universiteit. Eind april is Schilizzi naar Australië vertrokken voor een drie maanden durend bezoek als "Distinguished Visitor" aan de CSIRO Division of Radiophysics. Hij heeft aan het Australia Telescope concept gewerkt, en ook een serie lezingen gegeven. Half december vertrok Hanisch naar de V.S. voor een zes maanden durende aanstelling bij de universiteit van Maryland om aan Clark Lake gegevens te werken. Hij komt in juli 1983 terug naar Dwingeloo.

2.5.3. Dienstverlenende taken.

A. Preprints en reprints.

De Bruyn, en na april Albinson, houdt toezicht op het vervaardigen en distribueren van de preprints en reprints zoals in het jaarverslag 1980 is uitgelegd. Dit systeem heeft in 1982 25 preprints behandeld. Een lijst met preprints, in totaal 14 artikelen omvattend, is verzonden aan ongeveer 200 astronomen over de gehele wereld.

B. WSRT kwaliteit.

Strom (voorzitter) en de Bruyn zijn leden van de QMC (Quality Monitoring Committee) die in 1982 een keer bijeen is gekomen. Verwacht wordt dat de QMC in 1983 vaker bijeen zal komen i.v.m. de ingebruikneming van het D.C.B. (Digitaal Continuum Backend). De Bruyn neemt ook deel aan de WSRT calibratie in zijn rol als gesprekspartner voor de reductiegroep. Gedurende 1982, zoals 1981, hield dit o.a. het oplossen van incidentele basislijncalibratie problemen in. Ook besteedde de Bruyn veel tijd aan het verder ontwikkelen (d.m.v. gesprekken met Noordam en waarneemprogramma's) van de redundantie-techniek en het testen ervan op metingen van de sterkste calibratiebronnen zoals 3C48, 3C147 en 3C84. Hij heeft hulp verleend aan bezoekende astronomen met redundantie metingen.

C. VLBI werkzaamheden.

In 1982 waren er vier waarneemperioden van het Europese VLBI netwerk, gelijkelijk verdeeld over Dwingeloo en de WSRT. Het voorbereiden van deze waarneemperioden is de verantwoordelijkheid van Neff. In juli is onze Mk III opname terminal met succes ingebruikgenomen.

Schilizzi (secretaris) en Sanders hebben als Nederlandse vertegenwoordigers zitting in de Europese VLBI Programma Commissie die in 1982 driemaal vergaderde.

Onderzoek onder leiding van Schilizzi naar de mogelijkheid om Westerbork faciliteiten te gebruiken voor een Europees VLBI netwerkcentrum werd afgerond in een ITR die in maart 1982 verscheen (ITR165). Een samenvatting van de ITR vormt een onderdeel van een perspectief-rapport over VLBI in Europa dat door Schilizzi werd gecoördineerd en als een discussie stuk voor het VLBI directeuren-overleg in Jodrell Bank in mei gebruikt werd. Als vervolg op de Jodrell Bank vergadering verscheen in november een voorstel om het Europese VLBI netwerk centrum te plaatsen in Dwingeloo, geschreven voornamelijk door Schilizzi en Bos, en bedoeld voor een speciale bijeenkomst van de VLBI directeuren in januari 1983.

Ook met een oog naar de toekomst is in november een voorstel voor een 15 m VLBI spiegel in de ruimte ingediend bij ESA door 16 sterrenkundigen van instituten over de gehele wereld. De SRZM was door Van Ardenne en Schilizzi vertegenwoordigd. Het voorstel voor het zogenaamde QUASAT projekt was in Dwingeloo gecoördineerd en is in december door de adviescommissies van ESA met belangstelling ontvangen. Verdere studie van QUASAT binnen ESA volgt.

D. Diversen.

De Bruyn heeft zijn werkzaamheden i.v.m. de popularisatie van de sterrenkunde voortgezet. Hieronder vallen het houden van lezingen (in Dwingeloo en elders) en het schrijven van enkele artikelen voor Telescopium. Hij vertegenwoordigt ook de RZM-astronomen in de WSRT Programma Commissie en beoordeelt de aanvragen voor tijd op de Dwingeloo 25-m teleskoop. Dankzij een korte maar intensieve inspanning van Albinson is de RZM nu ook een overzichtelijke collectie van wetenschappelijke, technische en populaire dia's rijk.

Harten en Strom (secretaris) zijn leden van de werkgemeenschap commissies interstellare materie en sterrenstelsels, respectievelijk. Strom is lid van de bibliotheek commissie in Dwingeloo. Schilizzi is lid van de Astronomy Working Group van ESA waarin advies over toekomstige ESA projecten wordt gevraagd. Spoelstra is secretaris van de Nederlandse Astronomen Club.

2.5.4. Kontakten met astronomen buiten de Stichting.

Het onderhouden van kontakten met universiteitsastronomen blijft een belangrijke taak van de leden van de groep. Veel werk van de RZM astronomen wordt gedaan binnen kleine groepen waar ook onderzoekers uit het buitenland toe behoren. Gedurende 1982 werd met Leiden voornamelijk kontakt gehouden door De Bruyn, Schilizzi, Strom en Neff en met Groningen door Albinson en Hanisch. Strom en De Bruyn brengen af en toe bezoeken aan het Kapteyn Laboratorium. Het voortdurend gebruik van de universitaire computerfaciliteiten blijft een noodzaak voor het astronomisch onderzoek in Dwingeloo en Westerbork. Door gebruik van een terminal verbinding met de IBM- computer in Leiden en een groeiend gebruik van de PDP11/70 en VAX computers in Dwingeloo, konden de bezoeken aan andere instituten in toenemende mate benut worden voor discussies met andere astronomen. De Bruyn, Schilizzi en Strom dragen ieder gedeeltelijke verantwoordelijkheid voor het toezien op het onderzoek van vier promovendi in Leiden.

In de loop van het jaar is een aantal colloquia gegeven en werden enkele congressen waaronder de IAU algemene vergadering bijgewoond door leden van de astronomengroep (zie Appendices E.6 t/m E.8).

2.5.5. Het IRAS projekt.

Als lid van het wetenschappelijk team (JISWG) van IRAS heeft Raimond in 1982 ook deelgenomen aan projektbijeenkomsten en besprekingen in Pasadena, Chilton (Rutherford lab), Slough, Groningen en Leiden. Tijdens een vierdaagse "workshop" in Washington werd het programma voor de eerste drie maanden waarnemingen vastgesteld. Ook de Bruyn bezocht een aantal vergaderingen die verband hielden met het wetenschappelijke programma van de IRAS satelliet.

De software voor de Low Resolution Spectrometer is de verantwoordelijkheid van K. Lugtenborg, F. Olzon en Raimond geweest. Zie ook het verslag van de computergroep. Eind 1982 blijkt alles klaar voor de lancering van IRAS, nu gepland op 26 januari 1983.

2.6. Algemene Zaken / Het Bureau.

2.6.1. Algemeen.

De hoofdtaken van het Bureau zijn het ondersteunen van de activiteiten van de andere afdelingen, het bestuur, de directie en van die activiteiten, die voortkomen uit de UK/NL-samenwerking, alsmede van het voeren van de financiële administratie en het beheer over de Radiosterrenwacht te Dwingeloo.

Het verbouwproject werd met het verbouwen van de oude kantine tot cryogeen laboratorium en de uitbreiding van het magazijn aan het begin van dit verslagjaar afgerond. De eindafrekening van het nieuw- en verbouwproject werd opgesteld; het complete werk werd exact binnen de begroting uitgevoerd.

De financiële administratie werd, vrijwel zonder problemen, overgezet van de PDP11/70 naar de VAX11/780.

Wat de personeelsaangelegenheden betrof waren extra aandachtspunten het funktiewaarderingsonderzoek en het uitzenden van medewerkers naar Engeland en La Palma in het kader van de UK/NL-samenwerking.

2.6.2. Personeelszaken.

Het eind 1981 gestarte funktiewaarderingsonderzoek werd in het eerste kwartaal 1982 afgesloten. Dit onderzoek kent drie fasen nl. het opstellen van de funktiebeschrijving, de personeelsbeoordeling en het vaststellen van bevorderingen; het werd uitgevoerd o.l.v. RZM-direktie medewerkers. De begeleiding vond ook ditmaal plaats door de Hr. J. Weggemans, deskundige op dit terrein van de R.U. Groningen. Hoewel de heer Weggemans inmiddels gebruik had gemaakt van de VUT-regeling, was hij toch bereid ons ook ditmaal - maar wel voor de laatste keer - de helpende hand te bieden. Wij zijn de heer Weggemans, die in deze gevoelige materie het volledige vertrouwen genoot van het personeel, veel dank verschuldigd voor zijn ondersteuning aan dit belangrijke facet van het personeelswerk gedurende een periode van 10 jaren. In een bijeenkomst in de kantine met het gehele personeel werd van de heer Weggemans afscheid genomen.

Naar het zich laat aanzien zal deze begeleiding in de toekomst vanuit ZWO plaatsvinden.

Verder vond een doorlichting van de inschaling van de staf aan de hand van het vastgestelde beleid plaats. Hieruit kwamen eveneens enkele bevorderingsvoorstellen voort, waarmede ZWO instemde.

Het aantal mutaties in onze gelederen was beperkt. Vertrekkende krachten werden, deels, vervangen door jongere mensen.

In onderling overleg werd het kantinebeheer verdeeld in twee

50%-banen en kon een schoolverlaatster worden aangesteld.

Een drietal medewerkers onder de werkverruimende maatregel verliet onze dienst. In goed overleg met het Gewestelijk Arbeidsbureau te Beilen werden twee jonge mensen onder deze maatregel in tijdelijke dienst genomen. Dit soort aanstellingen is voor perioden van een jaar.

Ook dit jaar kweten wij ons van onze opleidingstaak door zes stagiaires van MTS en HTS uit de noordelijke regio een tijdelijke studieplaats in Dwingeloo en Westerbork te bieden.

Het ziekteverzuim bedroeg in 1982 3,77%, waarmee wij als steeds royaal onder landelijke gemiddelden blijven.

De Personeelsvereniging verzorgde een gezellige avond in de nieuwe kantine te Dwingeloo en een zeer geslaagde contactavond te Westerbork waar een goed gebruik werd gemaakt van de faciliteiten en de fraaie omgeving van de Radiosterrenwacht. Ook de door deze vereniging verzorgde St. Nicolaas- en Kerstvieringen werden gewaardeerd.

Aan het einde van het verslagjaar vonden evaluatiegesprekken tussen de afdelingshoofden en de medewerkers plaats. In deze gesprekken worden de werkzaamheden en het functioneren van de vrouw/man belicht.

2.6.3. Financiën.

Subsidie 1982 en 1983.

Een overzicht van het Subsidie 1982 en van het Subsidie 1983 wordt gegeven in appendix C. Financiën.

Meerjarenraming 1983-1987, begrotingsaanvragen 1983, ramingen 1984.

Deze financiële stukken van de RZM werden eind augustus 1982 ingediend bij het bestuur van ZWO.

Gewoon Subsidie en Investerings Subsidie 1983.

De toegekende bedragen op de subsidies voor 1982 weken zover af van de aanvragen, dat de begrotingen niet op de gebruikelijke wijze sluitend gemaakt konden worden. De RZM kwam in 1982 vrijwel niet toe aan investeringen voor toekomstige projecten, die noodzakelijk zijn om de RZM zijn vooraanstaande plaats in de astronomie op mondiaal niveau te doen behouden. De toekenningen voor 1983 zullen in deze situatie geen verbeteringen kunnen brengen.

Financiële administratie.

De financiële administratie, die in 1981 een vernieuwde -twee man sterke- bezetting kreeg, funktioneerde in het verslagjaar goed. Halverwege het jaar werd deze administratie van de PDP11/70 overgebracht naar de VAX11/780 ter verbetering o.a. van de administratie van de geprognosticeerde bestellingen; dankzij een

goede voorbereiding verliep deze operatie geruisloos.

Maandelijks worden overzichten van de stand der budgetten van het Gewoon Subsidie en de Investerings Subsidies gemaakt, zodat de directie goed geïnformeerd is over de lopende financiën.

2.6.4. UK/NL-samenwerking.

Er vonden twee vergaderingen op bestuurlijk niveau plaats in dit verslagjaar. Een vergadering van de Stuurgroep vond plaats te Dwingeloo, waarna een bijeenkomst van de Joint Steering Committee eveneens te Dwingeloo werd gehouden; bij deze gelegenheid konden onze Engelse partners onze faciliteiten te Dwingeloo en Westerbork in ogenschouw nemen.

De contacten op werkniveau werden begin 1982 tot stand gebracht en lopen goed. Regelmatig bezoeken RZM-medewerkers de groepen in Engeland en vinden tegenbezoeken plaats aan Dwingeloo.

Na een goede voorbereiding vertrokken de eerste medewerkers met hun gezinnen voor perioden van tenminste een jaar in het kader van deze samenwerking naar R.G.O.-Herstmonceux, R.A.L.-Abingdon en de Sterrewacht op het eiland La Palma. Met het oog op deze tijdelijke uitzendingen was er behoefte aan aanvullende arbeidsvoorwaarden. In samenwerking met ZWO kwam een RZM/ZWO-uitzendreglement tot stand. Aan het eind van het verslagjaar kan gesteld worden, dat het de in Engeland en op La Palma verblijvende gezinnen uitstekend bevalt.

Wat de huisvesting van de gezinnen in het buitenland betreft kan gemeld worden dat in de eerste plaats gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheid van het huren van woonruimte. Op La Palma bleek het huren van geschikte ruimte problematisch te zijn zodat, daartoe in staat gesteld door ZWO, werd overgegaan tot de aankoop van een eensgezinswoning.

2.6.5. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo.

Een jaar na afloop van de bouwwerkzaamheden en het aanleggen van een rioleringssysteem kan worden vastgesteld dat dankzij de inzet van degenen die bij het beheer zijn betrokken, het terrein van de Radiosterrenwacht er weer zeer representatief uitziet.

De daken van de oude vleugel van het dienstgebouw en het waarneembouw werden grondig gerepareerd. We hopen thans uit de lekkage problemen te zijn. De opknapbeurt van de werkkamers in de oude vleugel wordt voortgezet.

Wij prijzen ons zeer gelukkig met onze nieuwbouwuimte. De grote zaal werd gebruikt voor het houden van colloquia en voor talloze vergaderingen en bijeenkomsten waarbij astronomen en technici elkaar ontmoetten.

De faciliteiten die wij te bieden hebben trekken astronomen en technici uit binnen- en buitenland naar Dwingeloo om hier voor

kortere of langere tijd met onze mensen samen te werken. Men gaat Dwingeloo steeds meer als een astronomisch centrum zien.

De gastenaccommodatie boekte in 1982 578 overnachtingen. De huishoudelijke- en kantinedienst verzorgde de inwendige mens van eigen personeel en een groot aantal gasten en bezoekers.

De woning te Dwingeloo was het gehele jaar verhuurd aan een medewerker van de VLA (USA) die in het kader van een uitwisselingsprogramma met NRAO een jaar in Dwingeloo heeft gewerkt.

De dienstauto Renault 18 werd dit jaar ingeruild voor eenzelfde type wagen met dieseltractie, waarmee we verwachten de vervoerskosten te kunnen beperken.

De IBM copieërmachine werd vervangen door Rank Xerox apparatuur, gehuurd middels een overeenkomst met de RKMCC.

2.6.6. Popularisering.

Afhankelijk van de opleidingsfase en opleidingsrichting worden aanvragen van schoolgroepen al of niet gehonoreerd met een excursie op de Radiosterrenwacht te Dwingeloo. In een twintigtal gevallen kon daarbij, naast de uitstekende faciliteit, de colloquiumzaal, ook dankbaar gebruik gemaakt worden van de verbouwde kantine.

Een meer uitgebreide excursie kregen: De Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde; de afd. Drenthe van het Nederlands Instituut voor Register Ingenieurs; een middelbare en een hogere Nijverheidsschool; de Rijksscholengemeenschap te Meppel en idem van Apeldoorn; de Stichting Opleiding Leraren; een afdeling van de ANWB; MTS-Emmen; HTS-Zwolle; HTS-Utrecht; studenten van Universiteit Groningen en idem Nijmegen; een groep van Philips (ontwikkelingssamenwerking); Prov. Griffie Groningen en de Haven- en Vervoersschool uit Rotterdam. Daarnaast kregen 36 groepen op afspraak een eenvoudige uitleg bij de Radioteleskoop. Veelal is een bezoek aan de Radioteleskoop in een schoolwerkweek die te Dwingeloo of omgeving gehouden wordt, als een vast programma punt opgenomen.

Aan het eind van het Melkwegpad te Westerbork werd in twee groepen van elk 150 personen een uitleg van de werking van de Synthese Radio Teleskoop gegeven.

In Dwingeloo werden door diverse technici en astronomen weer de zgn. "Hekvertellingen" gehouden in de zomermaanden. Het is een goed gebruik geworden dat op een tiental woensdagmiddagen tussen 2 en 4 uur passanten in de gelegenheid gesteld worden een uitleg te krijgen over de werking en resultaten van de radioteleskoop en tevens de mogelijkheid wordt geboden om vragen te stellen.

Bij wijze van experiment is aan deze zomergasten een diavoorstelling gegeven in de nieuwe kantine die ongeveer 20 minuten duurde. Hierin werd op het elkaar aanvullende belang van metingen met een optische- en radioteleskoop gewezen en op de

verschillen in waarneeminstrumenten. Het is gebleken dat de deelnemers deze aanvulling op de eenvoudige ontvangst bij de radioteleskoop zeer hebben gewaardeerd. Om in de toekomst e.e.a. glad te laten verlopen is een bandrecorder, met de mogelijkheid om dia's automatisch bij de tekst te laten wisselen, aangeschaft.

In het vroege voorjaar van 1982 is bij de WSRT weer medewerking verleend aan de Nationale Sterrenkijkdag, door 's avonds "open huis" te houden. In de bouwhal vertoonde de amateur filmer P. Veen uit Eemster (gem. Dwingeloo) met succes zijn 45 minuten durende film over de werkzaamheden op de radiosterrenwachten te Dwingeloo en Westerbork. Tevens werd de film van de Groningse astronoom G.S. Shostak: "Onderzoek van de Melkweg" vertoond.

Tegen het eind van het jaar is een duizendtal boekjes getiteld: "Iets over het heelal" van A.G. Jansen, van de Stichting De Koepel betrokken. Deze kunnen in de komende jaren naast het gebruikelijke populariseringsmateriaal, zoals: posters en Telescopium, aan de gasten worden verkocht.

Aan het verzoek van de redactie van een plaatselijk weekblaadje, betreffende de wens de lezers iets over Radiosterrenkunde te kunnen vertellen, kon worden voldaan.

2.7. Ondernemingsraad.

1. Samenstelling.

De ondernemingsraad bestond op 1 januari 1982 uit:

L.J. van der Ree	- voorzitter
K. Kombrink	- secretaris
P.A. Wesdorp	- 2e voorzitter
N. Schonewille	- 2e secretaris
W.N. Brouw	
K. Brouwer	
B.A.P. Schipper	

W.N. Brouw moest per 1 april de ondernemingsraad verlaten i.v.m. zijn benoeming in de directie; zijn plaats werd vanaf die datum ingenomen door P.H. Riemers.

De Onderdeelcommissie Westerbork bestond op 1 januari 1982 uit:

T. Grit	- voorzitter
J. Weggemans	- secretaris
K. Brouwer	- vertegenwoordiger vanuit de OR.

2. Vergaderingen.

OR-vergaderingen.

De ondernemingsraad vergadert normaliter op de donderdag voorafgaande aan directievergaderingen, hetgeen het afgelopen jaar 17 vergaderingen betekende (waarvan 4 samen met de onderdeelcommissie Westerbork).

Overlegvergaderingen.

Er zijn 3 overlegvergaderingen met de voltallige directie en 4 met een directie-delegatie (voorzitter+secretaris) geweest.

Naast deze formele overlegvergaderingen vindt er op de vrijdag voorafgaande aan directievergaderingen meestal een informeel overleg plaats tussen voorzitter-directie en voorzitter-en secretaris-ondernemingsraad.

Personeelsvergadering.

In februari is de jaarvergadering met het voltallige personeel gehouden. Aan de orde kwam o.a. het jaarverslag over 1981.

3. Zaken waarmee de ondernemingsraad zich in 1982 heeft beziggehouden.

Brits-Nederlandse samenwerking - Uitzendreglement.

De ondernemingsraad is in het afgelopen jaar zeer betrokken geweest bij de totstandkoming van een pakket arbeidsvoorwaarden op basis waarvan stichtingsmedewerkers kunnen worden uitgezonden naar La Palma, Engeland en straks ook Hawaii.

In januari werd een UK/NL-arbeidsvoorwaarden commissie geïnstalleerd, bestaande uit J.F. van der Brugge (directie) en P.A. Wesdorp (ondernemingsraad). Deze commissie kreeg de opdracht voor 1 april met een voorstel te komen. De commissie heeft een groot aantal instanties (zowel in binnen- als in buitenland) benaderd. Op basis van de door de commissie verzamelde informatie kwam het Bureau-SRZM eind februari onverwacht met een eerste concept uitzendvoorwaarden.

Dit document werd de basis voor verdere discussies.

De ondernemingsraad heeft er steeds voor geijverd dat een aantal zaken goed en vooral duidelijk geregeld zou worden, zoals: geen financiële nadelen voor de uitgezondene, instellen van arbitragecommissie, ontslagbescherming, etc.

In juli, kort voordat de eerste stichtingsmedewerkers zouden worden uitgezonden, waren de directie SRZM en de ondernemingsraad het eens over de uitzendvoorwaarden.

Het heeft echter uiteindelijk nog tot november moeten duren voordat ZWO te kennen gaf akkoord te gaan met het reglement mits nog een aantal wijzigingen zou worden aangebracht. De directie SRZM is met deze aanpassingen akkoord gegaan (er vanuitgaande dat de geest van het reglement niet werd aangetast).

De ondernemingsraad echter heeft juridisch advies ingewonnen: in hoeverre wordt door de voorgestelde wijziging de geest van het reglement aangetast?

Verder is zowel bij de directie SRZM als bij ZWO geprotesteerd tegen de voorgestelde wijzigingen.

Financien.

Bij praktisch alle overlegvergaderingen met de directie heeft het punt financiën op de agenda gestaan:

- Tijdens de overlegvergadering in januari is uitgebreid de begroting 1982 toegelicht en behandeld.
- Tijdens de overlegvergadering in april idem de meerjarenraming 1983 t/m 1987.
- In juni is gesproken over de begrotingsaanvragen voor 1983.
- En tenslotte is tijdens de overlegvergadering in december de begroting voor 1983 doorgenomen.

Funktiewaarderingsonderzoek.

De heer Weggemans (Rijks Universiteit, Groningen) heeft begin 1982 zijn laatste funktiewaarderingsonderzoek t.b.v. stichting RZM afgerond. In het najaar van 1983 zal de volgende funktiewaarde-

ringsronde plaatsvinden.

ZWO heeft inmiddels een deskundige aangetrokken die in de toekomst deze onderzoeken gaat doen.

In het voorjaar van 1983 zullen vanuit de stichting de eerste kontakten met deze persoon worden gelegd. De ondernemingsraad zal dit blijven volgen, temeer daar ze voor dit soort zaken haar instemming moet geven.

Definitief OR-reglement.

De ondernemingsraad is in oktober 1981 met haar werkzaamheden van start gegaan op basis van een door de werkgever opgesteld voorlopig ondernemingsraadreglement. Daarna moest de ondernemingsraad binnen een jaar zelf een definitief reglement ter goedkeuring voorleggen aan de bedrijfscommissie.

Op de volgende punten werd het voorlopig reglement niet gevolgd:

a. Kiesstelsel

Er werd besloten (na een enquête onder het personeel van de stichting) het kiesstelsel zodanig te wijzigen dat Westerbork in de toekomst altijd verzekerd is van een vertegenwoordiging in de OR.

Bij volgende verkiezingen wordt het zgn. kiesgroepen-systeem gehanteerd:

Het Westerbork-personeel kiest uit haar midden 2 kandidaten, terwijl de Dwingeloo-medewerkers uit hun midden 5 kandidaten kunnen kiezen in de ondernemingsraad.

De nu nog funktionerende onderdeelcommissie komt dan te vervallen.

b. Zittingsperiode

Werd gewijzigd van drie naar twee jaar. (Hieraan gekoppeld werd de periode waarna men niet meer herkiesbaar is van 6 naar 4 jaar verlaagd).

Het concept-reglement heeft een maand voor alle personeelsleden ter inzage gelegen terwijl ook de direktie om kommentaar is gevraagd.

Half oktober (precies een jaar nadat de ondernemingsraad van start was gegaan) werd het definitieve reglement door de algemene bedrijfscommissie goedgekeurd.

Zeggenschap in ZWO-verband.

Vanuit de ABVA/KABO zijn de afgelopen jaren akties ondernomen om te komen tot een overlegstructuur ZWO - tijdelijk wetenschappelijk personeel (zgn. doorstromers). De ondernemingsraad SRZM heeft zich buiten deze diskussies gehouden.

Er is echter in het afgelopen jaar herhaaldelijk gebleken dat de relatie ondernemingsraad SRZM-ZWO erg onduidelijk is: De direktie SRZM is gesprekspartner, terwijl dit voor bepaalde zaken ZWO zou moeten zijn.

De ondernemingsraad heeft gezien bovenstaande besloten zich

het komende jaar in deze zaak te gaan verdiepen.

Adviesaanvragen benoemingen.

Aan de ondernemingsraad is het afgelopen jaar tweemaal advies gevraagd inzake een benoeming:

1) in januari, m.b.t. de benoeming van W.N. Brouw als voorzitter van de direktie SRZM.

2) in mei m.b.t. de benoeming van Prof. Burton in het Algemeen Bestuur van SRZM als opvolger van Prof. Stumpers.

In beide gevallen heeft de ondernemingsraad een positief advies uitgebracht.

Persoonlijke gegevens in kwartaalverslagen.

Tot voor kort was het gebruikelijk dat in de afdelingsverslagen laboratorium/centrale technische dienst per werknemer gegevens werden opgenomen m.b.t. persoonlijke zaken als ziekte en verlof.

Volgens de ondernemingsraad heeft het geen enkele zin dit soort gegevens te publiceren.

De direktie heeft toegezegd dat in de toekomst nog slechts manurengegevens per projekt zullen worden opgenomen in de kwartaalverslagen.

Overige zaken.

Andere zaken waarmee de ondernemingsraad zich in het afgelopen jaar heeft beziggehouden zijn:

- organisatieschets SRZM
- röntgenologisch borstonderzoek
- binnenkomende telefoongesprekken tijdens lunchpauze
- declaraties bij beursbezoek
- periodieke medische controle 40⁺-ers
- arbeidsomstandighedenwet
- reorganisatie ZWO
- achterstand uitbetalingen door ZWO
- studiekostenregeling
- kontakten met uitgezonden medewerkers.

4. Scholing en vorming.

De ondernemingsraad heeft in het afgelopen jaar (nog) niet deelgenomen aan een door het GBIO (Gemeenschappelijks Begeleidings Instituut Ondernemingsraden) gesubsidieerde cursus.

Wel zijn kontakten gelegd met de volkshogeschool "Overcinge" te Havelte om evt. in 1983 een dergelijke cursus te gaan volgen.

Het afgelopen jaar is wel de door de Stichting Burgerschapskunde uitgegeven (schriftelijke) cursus "de ondernemingsraad" aangeschaft.

5. Kontakt met achterban.

In februari werd de jaarvergadering OR/alle personeelsleden gehouden, zowel in Dwingeloo als in Westerbork.

Een aantal malen werd door de ondernemingsraad een bijdrage geleverd t.b.v. het personeelsorgaan "Telescopium".

In december vond een door de OR georganiseerd colloquium plaats, waarin door de heer Wim Zwaan, als docent verbonden aan de volkshogeschool "Overcinge" te Havelte, werd ingegaan op de geschiedenis, mogelijkheden en onmogelijkheden van ondernemingsraden.

6. Voorlichtingsbijeenkomst arbeidsvoorwaarden.

Op initiatief van de ondernemingsraad werd in mei een voorlichtingsbijeenkomst over arbeidsvoorwaarden en aanverwante zaken gehouden.

Tijdens deze bijeenkomst hebben de heren van Dommelen, Scholte en Vakkers (ZWO) vooraf door het personeel ingediende vragen beantwoord.

7. Tot besluit.

De ondernemingsraad spreekt de wens uit dat ze in 1983 met hetzelfde enthousiasme door zal kunnen gaan met haar werk.

Het komende jaar is ook het jaar waarin binnen de Stichting RZM voor de tweede maal ondernemingsraadsverkiezingen zullen worden gehouden. De ondernemingsraad hoopt dat de bereidheid van stichtingsmedewerkers om zich kandidaat te stellen net zo groot zal zijn als bij de eerste verkiezingen in 1981.

Namens de Ondernemingsraad SRZM
K. Kombrink, secretaris.

3. ASTRONOMISCHE VERSLAGEN.

Redactie: A.G. de Bruyn.

3.1. Astronomisch onderzoek van Stichtingsstafliden.

3.1.1. Inleiding.

Naast de zes leden van de astronomengroep, die het grootste deel van het astronomisch onderzoek binnen RZM voor hun rekening nemen, besteden ook een aantal andere stafliden een gering deel van hun tijd aan astronomisch onderzoek. Hun bijdragen, die soms betrekking hebben op zeer gespecialiseerde waarnemingen, zijn ook in dit onderdeel van het jaarverslag opgenomen. Ook vinden we daar de resultaten van het onderzoek van Van der Hulst die medio 1982 de functie van wetenschappelijk waarnemer te Westerbork overnam. Zijn grote ervaring met VLA-waarnemingen zal ongetwijfeld ook ons onderzoek ten goede komen.

In 1982 zagen we een verdere verbreding van de astronomische interesse en expertise naar andere spectraalgebieden, waaronder het infrarode en mm-golflengte gebied. Deze deels door de UK/NL-samenwerking en deels door de astronomisch ontwikkelingen en interesse geïnspireerde veranderingen zullen waarschijnlijk permanent zijn.

Een aantal hoogtepunten uit dit verslagjaar is: de succesvolle waarnemingen en de interpretatie van de moeilijke Zeeman splitsing metingen in de richting van de bron Cas A (samen met collega's van Berkeley en Groningen) en de ontdekking van uitgebreide radiostructuren rondom de 'superluminal' en andere radiobronnen d.m.v. waarnemingen in de redundantie-mode.

De aard van de verslagen in de nu volgende drie onderzoek gebieden, die de hoofdthema's van het onderzoek binnen de drie ASTRON werkgemeenschappen reflecteren, is dit jaar anders dan tot nu toe het geval was. Werd er vroeger vaak in detail ingegaan op de afzonderlijke onderzoek resultaten, dit jaar zal getracht worden de onderzoekingen in een wat breder verband te bekijken en te beschrijven in wat meer algemene termen, met vermindering van vakjargon. Omdat gebleken is dat onze buitenlandse sterrenkundige collega's juist zeer op detail-rapportage gesteld zijn, zal de Engelstalige samenvatting (sectie 4.3.1.) nu uitgebreid worden tot een volledig verslag.

3.1.2. Onderzoek aan de zon.

Veel onderzoek vloeide nog voort uit de waarnemingen in het kader van het internationale "Solar Maximum Year"-programma. Wat ons betreft ging het enerzijds om onderzoek van de structuur van

aktiviteitscentra (zonnevlekken en hun omgeving), anderzijds om processen in zonnevlammen in de chromosfeer en de onderste delen van de corona. Slottje en Shibasaki (Toyokawa, Japan) werkten samen met collega's uit Arcetri (Italië), Rutherford and Appleton Labs (Engeland) en Tufts University (USA) aan de analyse van de structuur van actieve gebieden met radio-, röntgen-, ultraviolet- en zichtbare straling. Een van de opmerkelijke bevindingen was dat de overgangslaag, tussen de chromosfeer en de zeer veel heterere corona, boven een zonnevlek aanzienlijk dunner is dan elders. Een zonnevlek gaat dus van een relatief koele plek in de fotosfeer over in een relatief hete plek boven in de chromosfeer.

De combinatie van waarnemingen in het radio- en röntgendomein maakte het mogelijk om van enkele bronnen het stralingsmechanisme vast te stellen en vervolgens de magnetische structuur in enkele contouren aan te geven voor het overgangsgebied van chromosfeer en corona (zie fig. 3.1.1.).

Het onderzoek naar de verschijningsvormen van fijnstructuren in spectra van radiovlammen op een golflengte van ongeveer 1 m werd afgerond met een atlas van die spectra en een uitvoerige discussie daarvan. Het onderzoek leerde een aantal nieuwe structuren kennen (zie fig. 3.1.2.). Deze structuren zijn het gevolg van bijzondere, en meestal ingewikkelde, veranderingen in de samenwerking van elektrische, magnetische en mechanische krachten tijdens zonnevlammen. Met de verkregen kennis van de aan deze structuren ten grondslag liggende mechanismen is het mogelijk o.m. magnetische veldsterkten te bepalen, iets wat met andere middelen niet kan in dit gebied van de corona. Het bleek dat voor sommige structuren, bijv. de Zebra patronen (zie fig. 3.1.2c.), de verklaring nog in de kinderschoenen staat, terwijl die voor andere, bijv. de fibers (zie fig. 3.1.2b.), al zover gerijpt is dat er veldsterkten met redelijke betrouwbaarheid uit kunnen worden afgeleid. Het bleek dat al deze verschijnselen zich voordoen onder omstandigheden dat de magnetische de mechanische krachten evenaren of iets overheersen. Bij de verklaringen tot nu toe is uitgegaan van de veronderstelling dat gerekend moet worden met relatief zwakke onrust (plasmaturbulentie). Het onderzoek van met name de pulserende structuren (zie fig. 3.1.2a.) wees uit dat die veronderstelling niet zonder meer gerechtvaardigd is. Nader onderzoek moet nog uitwijzen of niet ook met het regime van sterke onrust gerekend moet worden. In dat geval veranderen de onderlinge inwerkingen van krachten van karakter en doen zich andere verklaringsmogelijkheden voor.

3.1.3. Galactisch onderzoek.

Als we het onderzoek van ons melkwegstelsel grofweg zouden moeten onderverdelen dan is misschien de volgende indeling zinvol:

- 1) studie van grote schaal eigenschappen. Hieronder vallen bijvoorbeeld de massaverdeling, die voornamelijk door sterren bepaald wordt, en de verdeling van interstellair gas in atomaire

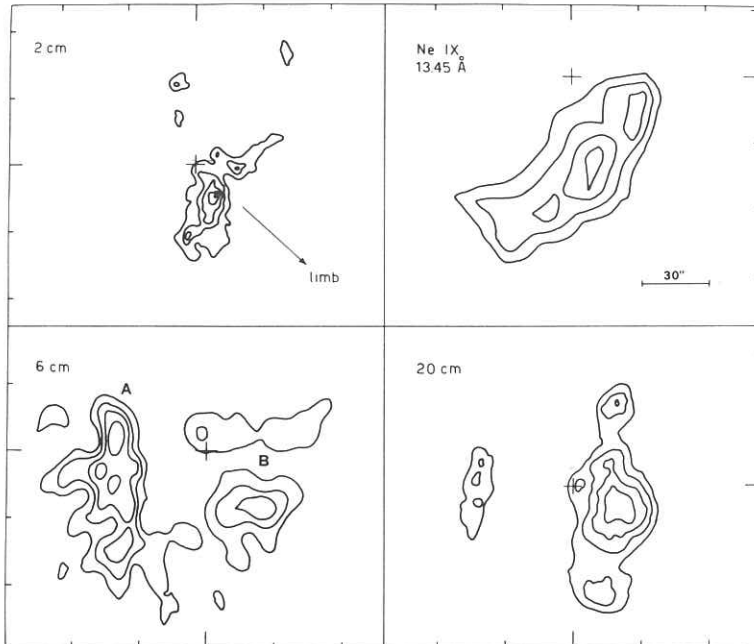


Fig. 3.1.1.

Contourkaarten van de radiohelderheidsverdeling van een actief gebied op de zon op 10 juni 1980. Waarnemingen op 6 cm (WSRT), 2 en 20 cm (VLA) en in de Ne IX emissielijn bij 13.45 Å (SMM-satelliet) worden getoond. Merk op dat component A slechts aanwezig is op 6 en 20 cm, terwijl component B in alle kaarten aanwezig is. Het kruis geeft een referentiepunt aan. (onderzoek Slottje en collega's).

Radio-wavelength synthesis maps of the total intensity, I , for AR 2490 observed on June 10, 1980 at wavelengths of 2 and 20 cm (VLA) and 6 cm (WSRT) together with an XRP map at the Ne IX line (13.45 Å) taken on the same day. Notice that component B is visible at all wavelengths while component A is visible only at 6 and 20 cm. The cross mark indicates, in all maps, the WSRT centre of phase (north is up, west to the right). (research Slottje et al.)

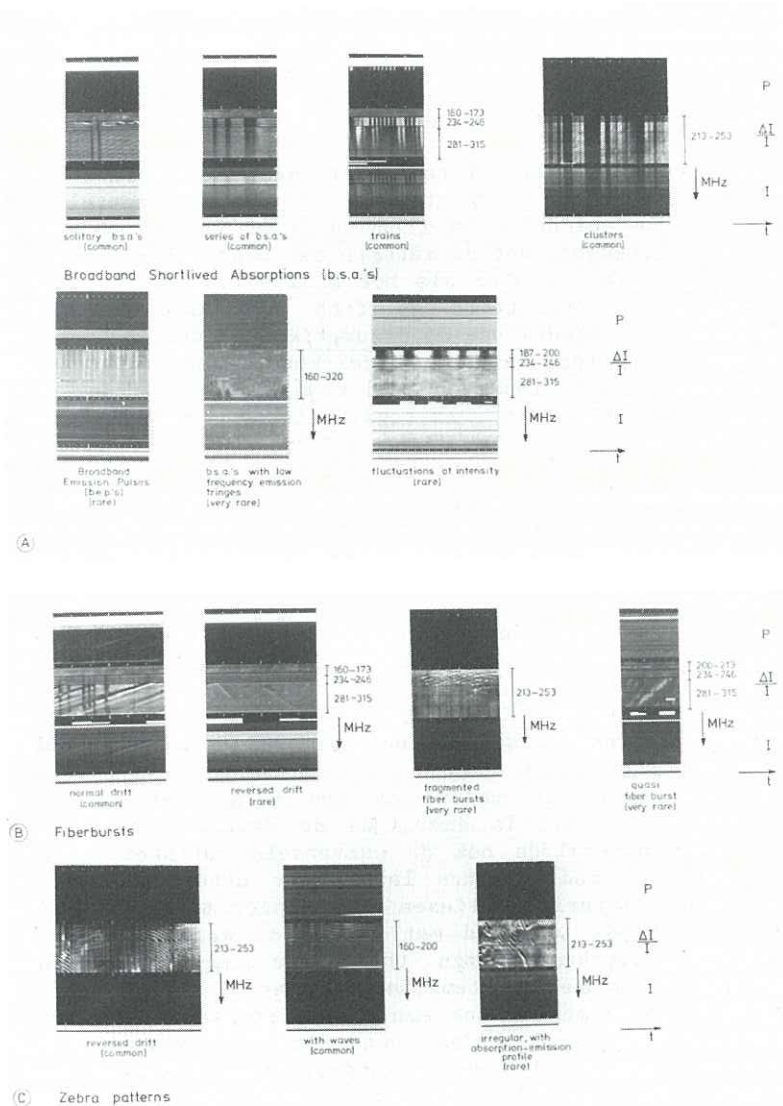


Fig. 3.1.2.

Enkele karakteristieke voorbeelden van fijnstructuren in spectra van de klasse Type IV-dm, zoals die voorkomen op een golflengte van rond 1 m in zonnevlammen. (onderzoek Slottje en collega's).

Some typical examples of fine structures of Type IV-dm spectra in solar radio flares at about 1 m wavelength. (research Slottje et al.).

(HI, HII) of moleculaire (bijv. CO) toestand. Studie van deze eigenschappen is o.a. van belang om een vergelijking met andere melkwegstelsels te kunnen maken. De historische Kootwijk- en Dwingeloo kaarten van ons melkwegstelsel worden nu met vergelijkbare resolutie van andere melkwegstelsels gemaakt door de WSRT.

- 2) detailstudies van het interstellair medium. Het interstellair medium bestrijkt het overgrote deel van ons melkwegstelsel. Vaak is de materie tussen de sterren zo dicht (naar interstellair maatstaven gerekend) dat de materie een waarneembare hoeveelheid straling uitzendt. Echter als het medium te ijl is om straling in emissie te detecteren is toch vaak ook informatie te verkrijgen door studie van de absorptie van straling van, vanuit onze positie gezien, verder weg gelegen objecten. Deze objecten kunnen zeer verschillend van aard zijn zoals: sterren, pulsars, supernova resten en extragalactische radiobronnen. De geabsorbeerde straling kan licht-, infra-rode- of radiostraling zijn.
- 3) onderzoek van individuele, gasvormige, discrete objecten in ons melkwegstelsel. Hiermee bedoelen we die objecten die ruimtelijk redelijk begrensd zijn en waarvan de verschillende onderdelen duidelijk in samenhang bestudeerd moeten worden. Een lijst van de verschillende klassen van discrete objecten zou bladzijden kunnen vullen. Een aantal voorbeelden die vooral binnen RZM worden onderzocht is: a) moleculaire wolken, b) gebieden van neutrale (HI) en geïoniseerde waterstof (HII), c) bijzondere objecten zoals novae, planetaire nevels en het exotische object SS433, d) supernova restanten en, als zeer bijzonder gebied, e) het melkwegcentrum.

Het interstellair medium is een vergaarbak van allerlei soorten materiaal. Het is enerzijds de broedplaats voor nieuwe sterren, maar anderzijds ook de universele vuilstortplaats. Als sterren aan het eind van hun leven door uiteenlopende soorten instabiliteiten materie verliezen of afstoten wordt dit, soms pas na een lange tijd, vermengd met het reeds aanwezige materiaal. Naast de meest voorkomende zgn. thermische componenten - neutrale en geïoniseerde atomen op temperaturen van 10 tot 100 K - bevat het interstellair medium ook een niet-thermische component, nl. de kosmische stralingsdeeltjes. Deze deeltjes, vooral elektronen en protonen, bewegen zich met relativistische snelheid door het galactische vlak daarbij "gestuurd" door het alom aanwezige magnetisch veld. Ook al is hun aantal, relatief gesproken, gering hun aanwezigheid is op velerlei manieren merkbaar.

Zoals reeds in de inleiding vermeld is, is het mogelijk om door analyse van absorptie-metingen in de richting van achtergrond bronnen informatie af te leiden over het tussenliggende medium. In het afgelopen jaar hebben Albinson, Bregman, W.M.Goss en U.J.Schwarz (Groningen) en T.Troland (Berkeley) een aantal zeer moeilijke metingen gedaan met het doel om de magnetisch veldsterkte in interstellair HI wolken te bepalen. De absorptie van 21 cm

straling van een achtergrond bron draagt informatie over de sterkte van het magnetveld in de absorberende wolk. Omdat de grootte van het zgn. Zeeman-effekt recht evenredig is met de magnetveld sterkte en de intensiteit van de geabsorbeerde bron zijn deze metingen gedaan op de bron Cas A, de sterkste discrete radiobron in het melkwegvlak. De resultaten tonen dat het magnetveld over zeer kleine lineaire schalen verandert van sterkte en/of richting. Dit soort informatie is op geen andere manier te verkrijgen.

Via soortgelijke waarnemingen is door Albinson, P.W.M. Kalberla (Groningen/Bonn), Goss en Schwarz (Groningen) in de richting van de radiobron 3C10 (het restant van de supernova van Tycho Brahe uit 1572) de neutrale waterstof absorptie bestudeerd. Door vergelijking van het percentage absorptie over de verschillende delen van de bron, en de variatie daarvan met de snelheid van het absorberende gas, kan zeer gedetailleerde informatie over de fijschaligheid van het interstellaire medium worden afgeleid. Ook in de richting van andere bronnen zijn waarnemingen gedaan.

De plaatsen in ons melkwegstelsel waar nieuwe sterren worden geboren veraden zich meestal door de chaotische aanwezigheid van grote hoeveelheden stof, dat het zichtbare licht absorbeert, en door geioniseerd waterstof: kortweg HII gebieden. Bij de studie van deze gebieden blijkt de radio teleskoop onmisbaar doordat radiostraling de plezierige eigenschap heeft dat het niet of nauwelijks door stof geabsorbeerd wordt. Door nu een gedetailleerde vergelijking te maken tussen de helderheid van het optische licht en de intensiteit van de radiostraling is af te leiden hoeveel stof er aanwezig is. Een dergelijke studie van een bekend HII gebied (zie fig. 3.1.3.) werd ondernomen door Harten, H.R. Dickel (Illinois) en T.R. Gull (NASA, Goddard).

Een van de doeleinden van het onderzoek van de verschillende bevolkingsgroepen (ook wel populaties genoemd) in ons melkwegstelsel is om tot een inzicht te komen in de evolutie van sterren "van wieg tot graf". Er zijn talloze groepen objekten die ergens in dit evolutiespoor passen, maar het is lang niet altijd duidelijk waar precies sommige compacte ster-achtige objekten in dit evolutiespoor passen. Sommige hebben soms ook niets met sterren te maken. Verschillende groepen onder studie het afgelopen jaar waren: zgn. bi-polaire nevels door Harten en G. White (QMC, Londen), een zeer bijzondere heldere nova in het sterrenbeeld Aquilae door Spoelstra en S.R. Pottasch (Groningen) (zie fig. 3.1.4.), en zgn. Herbig-Haro objekten door Albinson en M. Birkinshaw (Cambridge, UK). Er is over deze objekten nu nog te weinig bekend om er wat dieper op in te kunnen gaan.

Aan het eind van het leven van een ster komen vaak kleine heftige erupties voor, waarbij materie wordt uitgestoten. Dit kan zich meerdere malen herhalen. De uitgestoten materie vormt een langzaam uitdijende schil rondom de ster, die al in het witte dwerg stadium kan zijn aangeland. Dit soort nevels worden

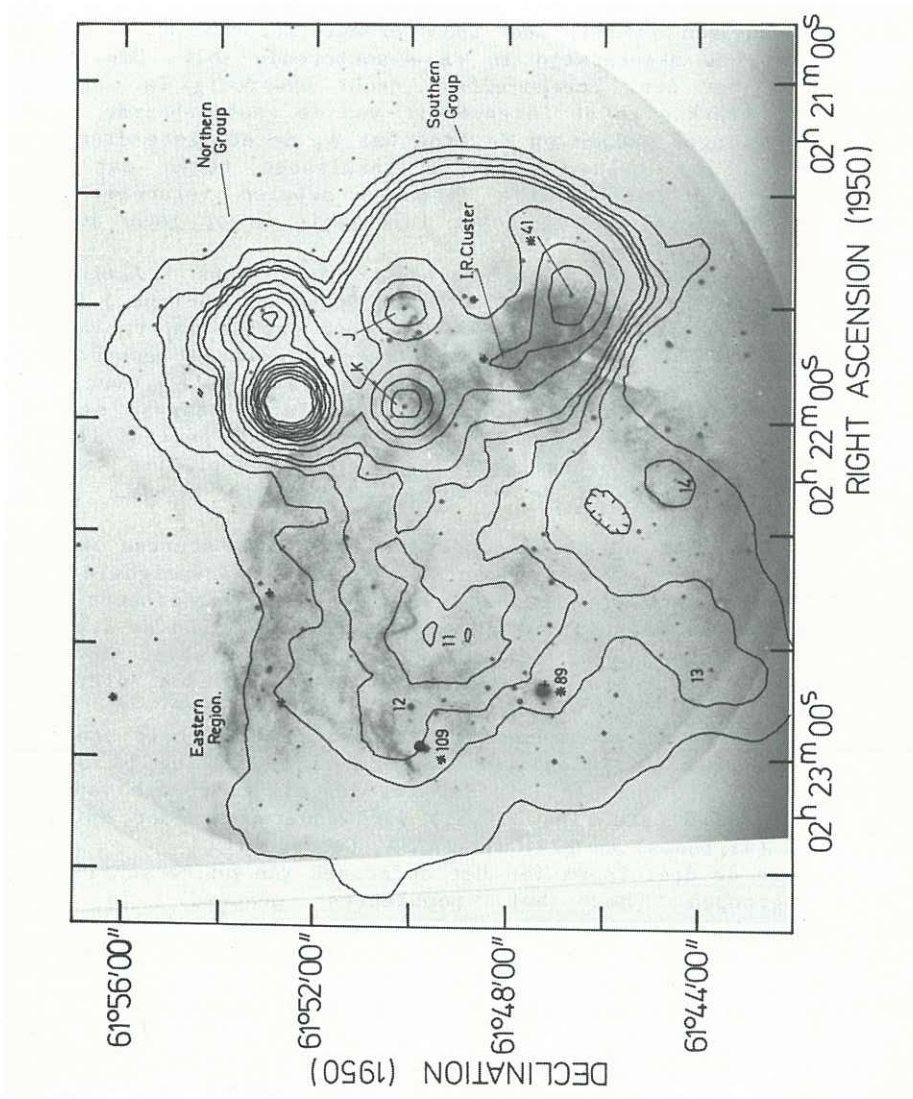


Fig. 3.1.3.

Superpositie van de contouren van de radiostraling op 49 cm en een foto in het licht van geïoniseerd zwavel ([SII] bij 6717/31 Å) van het HII gebied W3. (onderzoek Harten, Dickel en Gull).

Overlay of the 49 cm emission superimposed on a photograph of the [SII] emission of the HII region W3. (Harten, Dickel and Gull).

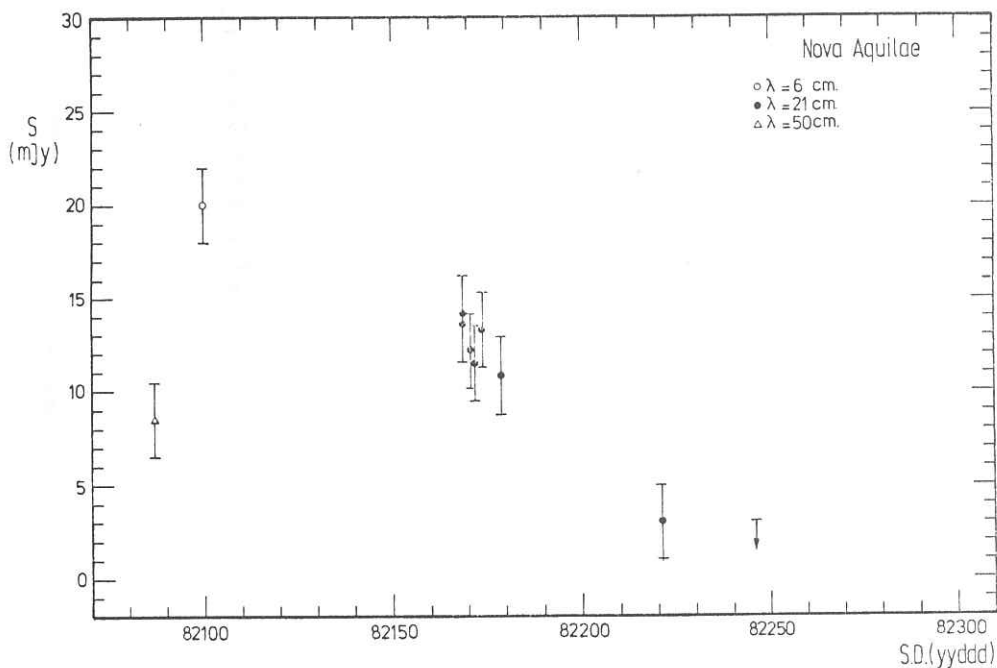


Fig. 3.1.4.

Radio flux dichtheid metingen van Nova Aquilae gedaan met de WSRT op golflengten van 6, 21 en 49 cm. (onderzoek Spoelstra en Pottasch).

Results of the flux density monitoring of Nova Aquilae using the WSRT. (Spoelstra and Pottasch).

planetaire nevels genoemd. Rondom deze nevels bevinden zich soms lichtzwakke zeer uitgebreide halo's, die o.a. het gevolg zouden kunnen zijn van vroegere erupties. Door radiometingen te doen van deze omhulsels kan misschien uitsluitel gegeven worden over de oorsprong ervan. De redundantie-techniek, elders in dit jaarverslag beschreven, maakt de WSRT bij uitstek geschikt voor dit soort metingen. Spoelstra, R.Gathier, Goss, Pottasch, (allen Groningen) en H.E.Matthews (Herzberg Institute) hielden zich hiermee bezig.

Een uniek soort objekt dat zich ook in zijn laatste evolutie fase bevindt is de bron SS433. In dit objekt, dat waarschijnlijk bestaat uit een normale ster en een neutronenster in een dubbelster systeem, is door een te grote toevoer van materie van de normale ster naar de neutronenster een sterk gerichte uitstroming van materie ontstaan (ook wel "jet" genaamd). In deze jets, die naar twee kanten gericht zijn, worden snelheden van 80.000 km/s bereikt. In december 1982 werd, net als een jaar eerder, een uitvoerige serie VLBI metingen gedaan om de beweging van de uitgestoten materie, die zowel optische- als radiostraling uitzendt, in de tijd te kunnen volgen. Bij deze metingen waren Schilizzi, J.D.Romney (MPIfR, Bonn), R.E.Spencer (Jodrell Bank) en I.Fejes (Budapest) betrokken.

Het objekt SS433 bevindt zich in een uitgebreide radiobron die misschien ontstaan is door een supernova explosie, die aanleiding gaf tot de vorming van de neutronenster. Omdat we echter geen schatting van de ouderdom van de radiobron hebben blijft dit een hypothese.

Onderzoek aan supernovaresten heeft een lange geschiedenis binnen de nederlandse sterrenkunde. Strom is al ruim 10 jaar op dit terrein werkzaam. Door de steeds ruimere observationele mogelijkheden om hier onderzoek aan te doen bevindt dit onderzoekgebied zich duidelijk in de lift. Vooral de gedetailleerde gegevens verkregen met de röntgensatelliet Einstein, nu al weer enkele jaren geleden, hebben onze kennis van supernova resten in belangrijke mate vergroot. Dit is niet zo verwonderlijk gezien het feit dat supernovae tot de meest explosieve gebeurtenissen in ons melkwegstelsel behoren, waarbij de uitgestoten materie enorm hoge temperaturen kan bereiken (tot 100 miljoen graden of meer). En hoge temperaturen staan meestal garant voor röntgen-straling. Naar aanleiding van deze röntgen resultaten ontstonden in enkele gevallen nieuwe ideeën voor waarnemingen op radiogolflengte gebied.

De expansie van supernova resten wordt, na verloop van tijd, zichtbaar tegengewerkt door de druk van het stationaire omringende medium. Dit kan, afhankelijk van de expansie snelheid en dichtheid van dit medium, al na 100 jaar gebeuren maar soms duurt dit duizenden jaren (bijv. bij de Crab nevel, ontstaan uit de supernova van 1054). Bij deze afremming worden door ingewikkelde fysische processen deeltjes versneld die vervolgens radiostraling uitzenden in een eveneens versterkt magneetveld (zgn. synchrotron

straling). In het vorig jaarverslag is beschreven hoe door nauwkeurige vergelijking van metingen uit 1971 en 1979 de radio expansie van de Tycho supernova rest (3C10) kon worden bepaald. Een soortgelijke methode wordt nu ook op een andere supernova rest toegepast door Strom en Ma Er (Leiden/Beijing Observatorium). Radiometingen van deze supernova rest, de bron 3C58, zijn nu gedaan op de drie beschikbare golflengten van de WSRT, te weten 6, 21 en 49 cm (fig. 3.1.5.). De leeftijd van deze supernova rest, die door velen wordt toegeschreven aan een supernova explosie uit het jaar 1181, zal misschien onomstotelijk kunnen worden vastgesteld d.m.v. radiowaarnemingen van de expansie snelheid. Door vergelijking van de radiokaarten met de röntgenkaarten is het misschien ook mogelijk om het centrum van activiteit in deze supernova rest vast te stellen. Hierdoor valt weer iets te leren over de processen waarmee relativistische deeltjes in supernova resten ontstaan en bewegen. Het is nu duidelijk dat er twee verschillende mechanismen aan het werk zijn waarmee deeltjes in supernova resten versneld worden. Het belang van deze studies strekt zich uit tot voorbij de studie van supernova resten, want ook in extragalactische radiobronnen spelen dezelfde versnellingsprocessen waarschijnlijk een rol van betekenis.

Het leeftijdsprobleem van supernova resten speelt ook bij een andere radiobron die door Strom en W.P.Blair (CFA/Harvard) onderzocht wordt (een radiokaart van deze bron sierde het jaarverslag over 1977). Vergelijking van optische foto's 28 jaar na elkaar genomen geven aanwijzingen voor zeer jonge delen in deze supernova rest.

Een laatste onderwerp waaraan door Stichtingsstafleden werd gewerkt betreft het centrum van ons melkwegstelsel. Dit gebied wordt meestal aangeduid met de naam Sgr A (afkomstig uit de radiosterrenkunde). Dit gebied is door de grote hoeveelheden interstellaire stof alleen voor onderzoek toegankelijk op radio- en infra-rode golflengten. In het gebied dat met Sgr A wordt aangeduid bevindt zich een gebiedje ter grootte van slechts enkele parsec waarin gas met hoge snelheden (?rond-) beweegt. Bregman en collega's uit Groningen onderzochten dit gas d.m.v. de technisch zeer moeilijke recombinitie-lijn metingen met de WSRT. Deze radio emissielijn wordt uitgezonden door geïoniseerd waterstofgas. Resultaten van dit werk staan bij het Groningse verslag beschreven. Van der Hulst, Liszt (NRAO), Burton (Leiden) en Ondrechen (Minnesota) bepaalden de eigenschappen van de HI absorptie in de richting van Sgr A. Hoewel de absorptie zeer complex van aard is, doordat het hele melkwegvlak tussen de zon en het centrum eraan bijdraagt, kan de absorptie door gas in de buurt van het centrum toch geïsoleerd worden. Dit is mogelijk door de uitzonderlijke snelheden van dit gas die veroorzaakt kunnen worden door rotatie, instroming of uitstroming.

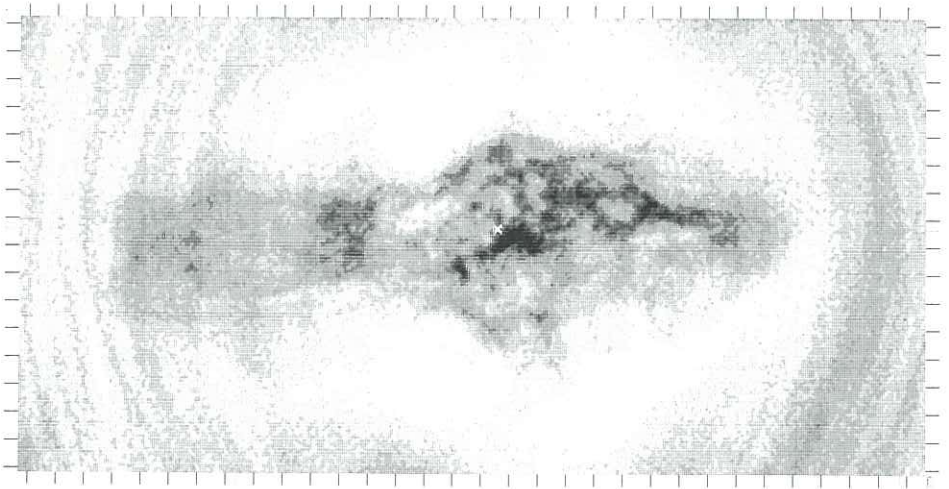


Fig. 3.1.5.

Een 6 cm WSRT kaart van de supernovarest 3C58, een object dat erg veel lijkt op de Crab Nevel. Röntgen waarnemingen van 3C58 tonen uitgestrekte emissie aan, met een compact gebied dichtbij het centrum (positie aangegeven door "X"). Dit suggereert de aanwezigheid van een centraal pulsar-achtig object die d.m.v. deeltjes versnelling de radio emissie zou kunnen hebben veroorzaakt. (onderzoek van Ma Er en Strom).

A 6 cm WSRT map of the supernova remnant 3C58, an object which very much resembles the Crab Nebula. X-ray observations of 3C58 reveal extended emission with a compact region near the center (position indicated by "X"). This suggests the presence of a central pulsar-like object which, by means of particle acceleration, could be the cause of the radio emission. (Ma Er and Strom).

3.1.4. Extragalactisch onderzoek.

Inleiding.

Het onderzoek op dit gebied houdt zich vnl. bezig met sterrenstelsels, hun structuur, ontstaan en evolutie, hun onderlinge interacties, de vorm, dynamica enz. van groepen en zgn. clusters, en hun gebruik als testdeeltjes om de structuur en evolutie van het heelal als geheel te verkennen. Vergeleken met de twee andere vakgebieden is men op het sterrenstelsels terrein bezig met objecten op zeer grote afstand, in extremis op de grootste afstanden die bestaan. Met de zgn. cosmologie draagt het astronomische onderzoek aan de fundamentele natuurkunde bij.

Astronomen verrichten hun werkzaamheden op dit terrein met uiteenlopende instrumenten: telescopen of detectoren gevoelig op allerlei golflengte gebieden, van de zeer korte gammastraling tot aan de lage frequentie radio golven toe; conventionele sterrenwachten - optisch en radio - maar ook observatoria in kunstmanen; kijkers met een doorsnee die variëren van enkele decimeters tot honderden meters; radio telescopen die ver uit elkaar liggen en samen de response van een even grote spiegel kunnen simuleren. Voor de verwerking van deze gegevens gebruikt men grote computers; hiermee wordt tevens veel theoretisch werk gedaan.

De kernen van melkwegstelsels.

Vrijwel alles dat je als mens tegenkomt heeft een centrum, een kern waar alles omheen draait. Dit gebeurt in figuurlijke zin, denk aan het bestuurlijke centrum van een stad of land, en natuurlijk ook letterlijk, de draai as van een wiel bijvoorbeeld. Sterrenstelsels hebben ook zo'n centrum, de kern, die ligt ongeveer in het geometrische midden. Vaak is die kern in plaatjes heel goed zichtbaar als een geweldige concentratie van sterlicht. In een enkel geval (de zgn. Seyfert stelsels zijn een voorbeeld) bevindt zich in de kern een zeer heldere stralingsbron die het licht van het hele stelsel domineert. Dit en soortgelijke verschijnselen hebben de aandacht van vele astronomen in de loop der jaren getrokken.

Analoog aan het bovengenoemde wiel heeft een reeks spectroscopische metingen aangetoond dat de buitendelen van melkwegstelsels om de kern heen draaien. Deze materie aan de buitenkant wordt in min of meer cirkelvormige banen gehouden door de aantrekkingskracht van de massa concentratie in het midden. De kern speelt dus door middel van de zwaartekracht een organisatorische rol. In sommige zeldzame stelsels van grote massa, de radiosterrenstelsels, zijn er aanwijzingen dat veel energie afkomstig van de kern terecht is gekomen ver buiten het (zichtbare) sterrenstelsel. Deze zgn. radiolobben zijn in stand gehouden door een energiebron in het centrum, een situatie

vergelijkbaar met de stroom geleverd door een electriciteitscentrale in het stadscentrum aan boerderijen buiten de gemeentelijke grenzen. De kern is dus niet alleen het middelpunt van een sterrenstelsel maar ook de energiebron en beheerder van het geheel.

Daar de eigenlijke kern een betrekkelijk kleine afmeting heeft en de onderzochte stelsels op grote afstand staan is een groot scheidend vermogen onontbeerlijk. De vooraanstaande meettechniek hiervoor is de zgn. VLBI (van het engels "Very Long Baseline Interferometry", d.w.z. interferometrie gedaan met telescopen meer dan ca. honderd km van elkaar verwijderd en niet door draden gekoppeld). Samen met andere telescopen in Europa en Noord Amerika heeft de WSRT VLBI-waarnemingen van een reeks stelsels uitgevoerd.

Op deze wijze hebben De Bruyn en P. Wilkinson (Jodrell Bank) metingen gedaan van "de kern" van het nabije onregelmatige stelsel M82. Van hun waarnemingen gedaan op een golflengte van 18 cm hebben zij een kaart van de intensiteitsverdeling gemaakt, en deze toont een symmetrische uitgestrekte bron met een onopgeloste centrale component, die een afmeting heeft van slechts enkele milli boogseconden (mbgs). Deze eigenschappen doen vermoeden dat we hier te maken hebben met de actieve kern van een melkwegstelsel.

In een ander programma heeft De Bruyn gezocht naar kern emissie van een tiental Seyfert stelsels. Korte VLBI waarnemingen op 21 cm met het Europese netwerk onthulden fijnstructuur in hun kernen op een schaal van 50 à 100 mbgs. De twee sterkste bronnen zijn gedurende 12 uur door De Bruyn en Neff waargenomen. Van een ervan (fig. 3.1.8.) hebben deze uitvoerige metingen aangetoond dat de kern drie op een lijn gerichte componenten bevat met een afmeting van ~200 lichtjaar (ljr).

Deze, en soortgelijke VLBI metingen (fig. 3.1.6.) gedaan door Schilizzi in samenwerking met C. en R. Fanti en P. Parma (Bologna), W. van Breugel (Steward Observatory) en G. de Waard (Leiden) doen vermoeden dat dichtbij de kern van sommige stelsels de kanalen die energie naar buiten toe voeren zichtbaar zijn. Analooq aan het bovengenoemde voorbeeld, hebben wij de verbinding tussen de energie centrale in de kern en de buiten wijken aan het licht gebracht.

Hoog ruimtelijk scheidend vermogen is niet de enige methode die wordt gebruikt in de studie van melkwegstelsel kernen. Door de beperkte snelheid van het licht kan de straling afkomstig van een lichaam niet sneller variëren dan de kruisingstijd van een lichtsignaal in het lichaam. Metingen van bron variabiliteit geven dus informatie over de bronafmeting.

Een andere studietechniek maakt gebruik van het spectrum. Een groot deel van de actieve stelsels heeft een heldere optische kern, vaak met een zeer rijk emissie spectrum. Het spectrum stelt ons vaak in staat eigenschappen van de kern te onderscheiden van de emissie afkomstig van de buiten gebieden van het stelsel.

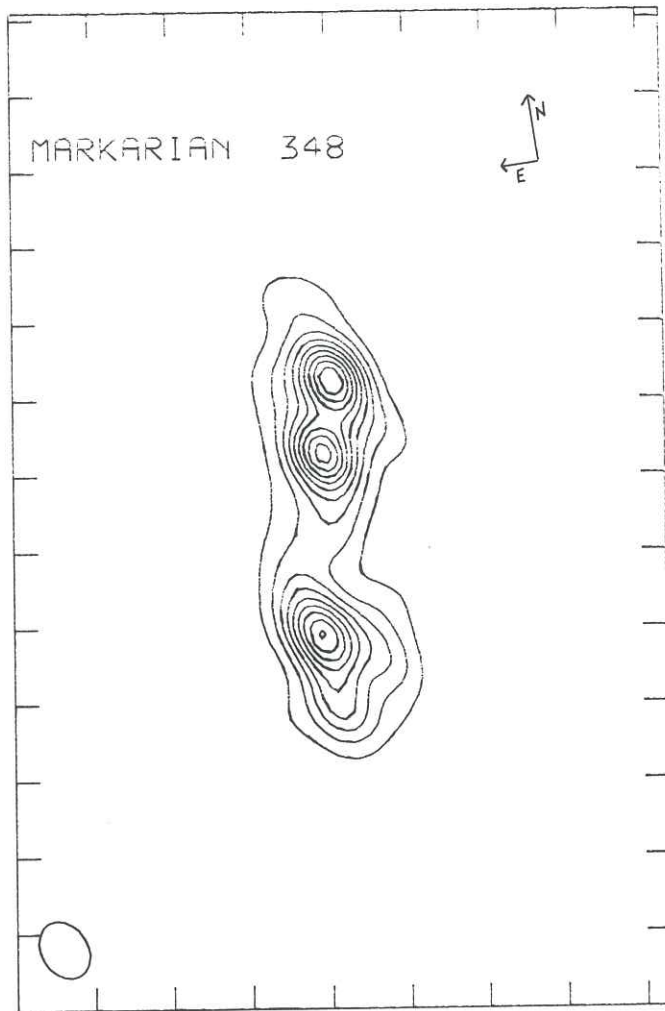


Fig. 3.1.8.

Een contourkaart van de radiostraling van de kern van het Seyfert stelsel Markarian 348. De totale lengte van de bron is slechts 0,"25 wat overeenkomt met ongeveer 60 parsec. Dit is een van de zwakste bronnen die d.m.v. VLBI in het Europese netwerk in kaart is gebracht. (onderzoek Neff en De Bruyn).

Hybrid map of the Seyfert-2 galaxy Mkn 348 made using 3 stations of the European VLBI network. With a total flux of the source of 300 mJy this is one of the weakest sources mapped. Thickmarks are 50 m arcs apart, contourlevels range from 10 to 90% of the peak value. The beam is 30x40 m.a.s. (Neff and De Bruyn).

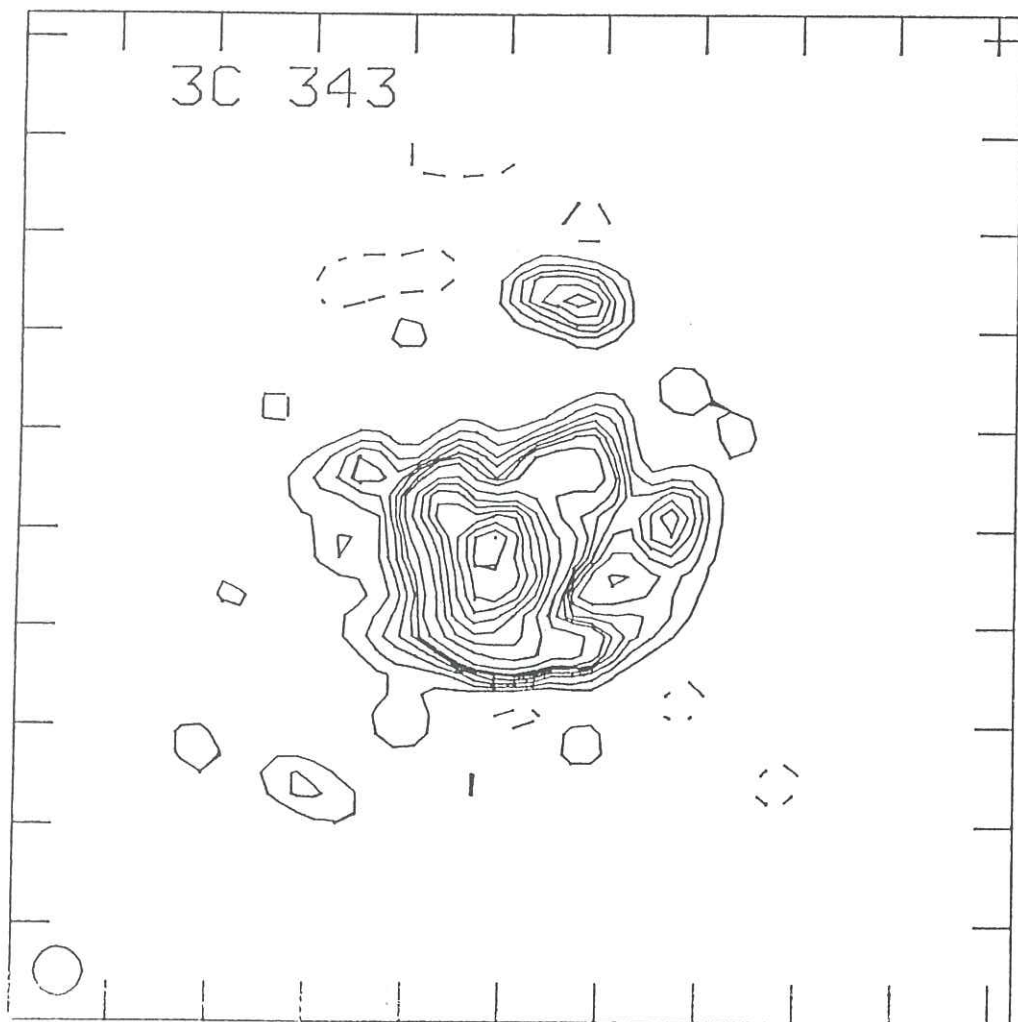


Fig. 3.1.6.

Contourkaart van de zeer complexe helderheidsverdeling in de kern van de quasar 3C343. De afmeting van de bron is ongeveer 0,"2. Voor het in kaart brengen van deze bron is de resolutie van het Europese VLBI netwerk uitermate geschikt. (onderzoek Schilizzi en collega's).

Hybrid map of the quasar 3C343 at 18 cm using 4 VLBI stations in Europe. Tickmarks are 50 m arcs apart. (Schilizzi et al.)

De Bruyn heeft deze beide methodes gebruikt in verscheidene projecten. In de bovengenoemde studies van Seyfert stelsels heeft hij ook radio waarnemingen gedaan met de WSRT over een periode van een aantal jaren, die aanvullende informatie opleveren. Samen met E. van Groningen (Leiden) heeft hij spectrale waarnemingen (fig. 3.1.7.) van een aantal Seyfert stelsel kernen met zeer hoog scheidend vermogen gedaan. Deze gegevens zijn van hoge kwaliteit en onthullen structuur in de lijnprofielen die niet eerder opgemerkt is. In een ander survey project heeft De Bruyn waarneemgegevens over de variabiliteit van optische spectra verzameld.

De structuur op grote schaal van radiostelsels.

Vanaf het begin is de WSRT bij uitstek een instrument van grote stabiliteit geweest. Mede hierdoor, en ook vanwege de hoge vullingsfaktor of dichtheid van telescopen, is hij bijzonder geschikt voor het in kaart brengen van zeer uitgebreide radiobronnen. Beide eigenschappen zijn uitermate belangrijk bij studies van de grootschalige structuur van radiostelsels.

De Bruyn en Noordam zetten hun werk aan de redundantie techniek (waarmee gebruik wordt gemaakt van het feit dat bij het combineren van alle telescopen de kortere basislijnen meerdere malen worden gemeten, waardoor bepaalde instrumentele afwijkingen grotendeels kunnen worden verwijderd) voort. Na hun opmerkelijke resultaten met het actieve stelsel NGC1275 in het centrum van de Perseus cluster (zie het Jaarverslag over 1981) zijn zij bezig om o.a. de uiterste grenzen van het instrument, wat dynamisch bereik betreft, te bepalen. Zij hebben een aantal sterke calibratie bronnen gemeten en vinden dat bij een dynamisch bereik van meer dan 10.000 op 1 die grenzen nog niet in zicht zijn. Deze metingen zijn ook van astronomisch belang daar de bronnen alle zwakke omringende emissie vertonen (fig. 3.1.9.).

Deze techniek is ook gebruikt voor andere, soortgelijke studies. Schilizzi en De Bruyn hebben hiermee de buitenstructuur van een aantal bronnen die zeer hoge snelheden vertonen dichtbij de kern, in kaart gebracht (fig. 3.1.10.). Deze bewegende componenten, met een schijnbare snelheid groter dan die van het licht, zouden volgens één verklaring bijna precies langs de gezichtslijn gericht moeten zijn. In dat geval zou men de emissie van grote afmeting daarbuiten niet verwachten, tenzij de positie hoek van de aktiviteitsas verandert. De ontdekking van zulke emissie tijdens deze studie impliceert dat de super-relativistische fase waarschijnlijk tijdelijk is.

Er zijn nog meer studies van uitgebreide structuur rondom sterke bronnen gedaan, met andere doeleinden. Hanisch heeft bijv. waarnemingen van twee sterke stelsels gedaan i.v.m. mogelijke geassocieerde uitgebreide emissie ernaast. En Strom heeft, samen met P. Biermann (Max Planck Institut, Bonn), K. Johnston (Naval Research Laboratory), P. Strittmatter (Steward Observatory) en anderen, redundantie waarnemingen gedaan met als doel het

821001: 15 AKN 120

SUMMED 1.0 ANG/PIX

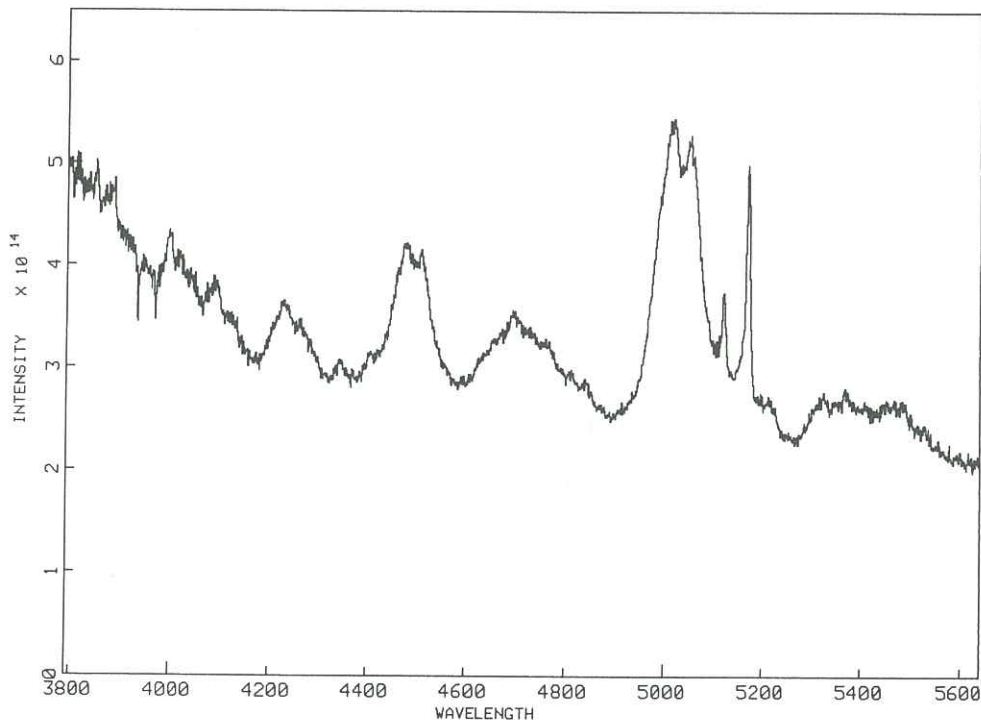


Fig. 3.1.7.

Een deel van het visuele spectrum van het Seyfert stelsel Arakelian 120 opgenomen met een foton-tel-systeem achter de 2,5 meter Las Campanas telescoop in Chili. Het spectrum wordt gedomineerd door zeer sterke waterstof emissielijnen (Balmer-serie) en Fe^+ lijnen. De resolutie is ongeveer $2\text{\AA}$; hierdoor zijn duidelijk de nauwe Ca^+ H,K lijnen bij 3934 en 3968 $\text{\AA}$ te zien, veroorzaakt door absorptie in ons eigen melkwegstelsel. (onderzoek Van Groningen en De Bruyn).

Part of the visual spectrum of the Seyfert-1 galaxy Arakelian 120 as recorded with the Reticon photon counting system attached to the 2.5 m telescope at Las Campanas, Chile. The spectrum is dominated by very intense Balmer lines and Fe^+ emission. Note the deep absorption features at 3934 and 3968 $\text{\AA}$ due to interstellar Ca^+ in our galaxy, which show up due to the high spectral resolution of about $2\text{\AA}$. (Van Groningen and De Bruyn).

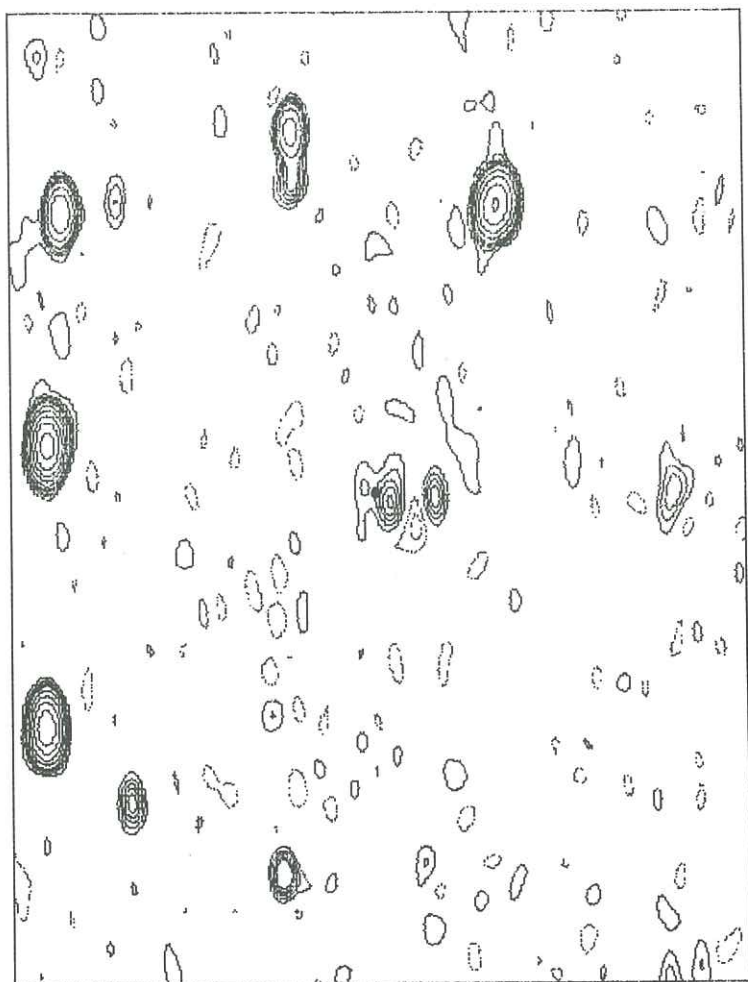


Fig. 3.1.9.

Een gebied van ongeveer $25'$ rondom de calibratie bron 3C286, waargenomen op 50 cm in de redundantie configuratie. De bron 3C286 zelf is afgetrokken; er rest nog slechts zwakke emissie (ongeveer 0,1%) die, gezien de grote roodverschuiving van deze quasar, bijna 1 Mpc afmetingen heeft. Rondom 3C286 is een uitzonderlijke verzameling van relatief sterke (2-3%) achtergrond bronnen zichtbaar. Het vertoonde dynamisch bereik in de kaart is 10000:1. (onderzoek De Bruyn).

A small area around the quasar 3C286, taken from a redundancy observation at 50 cm using the WSRT. 3C286 has been subtracted; what remains is faint (0.1% total flux) extended emission with a linear dimension of order 1 Mpc. Also an exceptionally large concentration of relatively intense (2-3%) background sources can be seen. The lowest contour in the map is at $\pm 0.01\%$ (2 mJy) of the original peak. (De Bruyn).

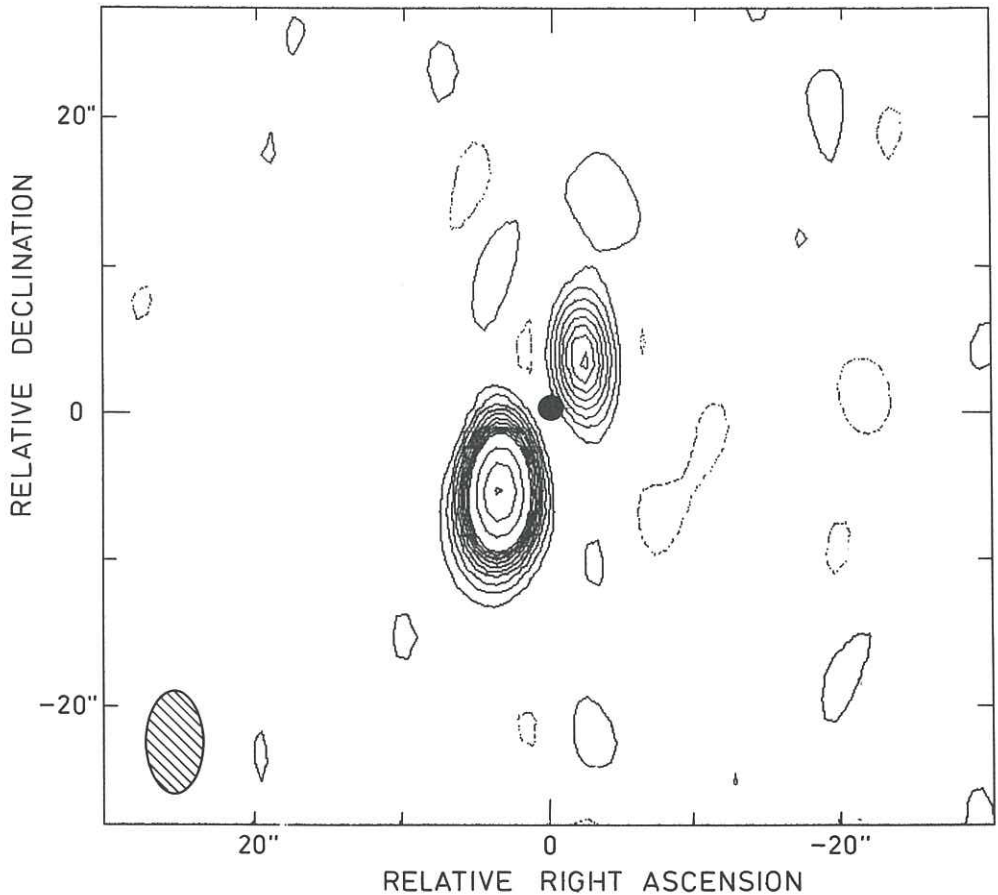


Fig. 3.1.10.

Contourkaart van de uitgebreide structuur van de radiobron NRAO140, een quasar waar in de kern super-relativistische expansie snelheden zijn gemeten. De zeer sterke kern emissie, hier afgetrokken op de plaats van de zwarte stip, overstraalt de zwakke emissie van de normale buiten lobben. Dankzij het hoge dynamisch bereik van redundantie waarnemingen is nu de relatie tussen kern en uitgebreide structuur duidelijk gemaakt. (onderzoek Schilizzi en De Bruyn).

Redundancy map at 6 cm of the superluminal quasar NRAO 140. The core source (2.6 Jy) was removed. Contour values are ± 1 mJy and receiver noise limited. The north-western component has not previously been seen. (Schilizzi and De Bruyn).

verkennen van emissie dichtbij stelsels die uitzonderlijk sterk zijn op korte golflengten. Alle stelsels vertonen tevens ook röntgen emissie.

Met meer conventionele WSRT waarnemingen van radiostelsels heeft Strom zich ook beziggehouden. Samen met P.Parma, R.Fanti (Bologna) en R.Ekers (NRAO) heeft hij een studie van de structuur van de bron geassocieerd met het stelsel NGC383 afgerond. Sinds de ontdekking van radio emissie ver buiten (optische) sterrenstelsels vermoedt men dat deze een verbinding met de energie bron in de kern moet hebben. Nu de aanwezigheid van zgn. "jets" (d.w.z. een gerichte stroming van materie) in veel bronnen bewezen is denkt men inderdaad de "draden" te hebben gevonden waarmee de radiogebieden zijn gekoppeld aan de energie centrale in het centrum. NGC 383 is zo'n "jet" stelsel, en het onderzoek hieraan spitst zich voornamelijk toe op de morfologie van de radio componenten (zie Fig. 3.1.11.).

Samen met Van Breugel (Steward Observatory), Heckman (Maryland), Bridle (NRAO), Butcher (KPNO) en Balick (Washington) werkte Strom aan een studie van een mogelijke "jet" in het stelsel geassocieerd met een reuze radiobron. Dit verschijnsel, dat alleen optisch was gedetecteerd, had een aantal ongewone eigenschappen. Uit het onderzoek blijkt dat het waarschijnlijk een voorgrond stelsel is, wat helemaal niets met het reuze stelsel te maken heeft.

Clusters van melkwegstelsels.

Indien sterren de bouwstenen zijn waarvan de dorpen en steden die sterrenstelsels heten gefabriceerd zijn, dan kunnen wij groepen en clusters van zulke stelsels beschouwen als grotere gemeenschappelijke eenheden: de provincies en landen van het heelal. Ook op dit terrein heeft de stichting wetenschappelijk onderzoek gedaan. Hanisch en M.Ulmer (North Western University) hebben gezocht naar radiostelsels in de richting van clusters waarvan het bekend was dat zij röntgen emissie vertonen en ook zeer rijk aan sterrenstelsels zijn. Het doel is aanwijzingen te vinden voor gas tussen de cluster stelsels. In een verwante studie hebben Hanisch en R. White (Goddard Spaceflight Center) gezocht naar radiobronnen in zeer arme clusters, met als doel een vergelijking van hun eigenschappen op dit gebied met die van rijke clusters. Deze beide projecten zijn nog gaande.

Strom en Willis zijn bezig met een studie van een betrekkelijk kleine groep van sterrenstelsels waarvan een aantal, tegen alle verwachtingen in, radio emissie vertoont. Als vergelijkings materiaal hebben zij Einstein Observatory waarnemingen die, ook onverwacht, röntgen emissie aan het licht hebben gebracht. Uit een vergelijking tussen deze gegevens en die van rijke clusters zouden misschien interessante conclusies getrokken kunnen worden.

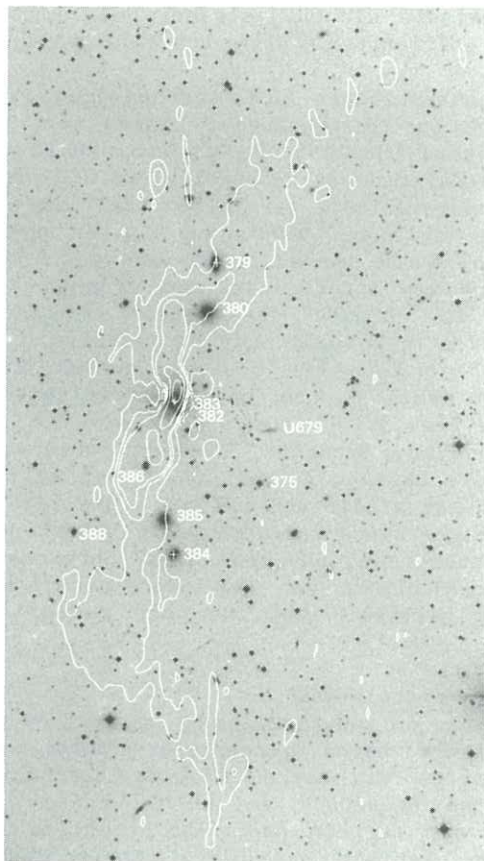


Fig. 3.1.11.

De radiobron 3C31 waargenomen op een golflengte van 49 cm met de WSRT. Het object is geassocieerd met het elliptische stelsel NGC 383 maar, zoals dit plaatje laat zien, vallen de buiten componenten langs een keten van stelsels die samen met NGC383 een kleine groep vormen (de nrs. 375 t/m 388 refereren naar de NGC nrs.). Uit het onderzoek gedaan door Strom, R.Fanti, Parma en Ekers, blijkt dat deze stelsels mogelijk de morfologie van de radio emissie hebben kunnen beïnvloeden.

The radio source 3C31 observed at 49 cm with the WSRT. This source is associated with the elliptical galaxy NGC383 although, as shown by the picture, the outer components lie along a chain of galaxies which together with NGC383 form a small group (the numbers 375-388 give the NGC designations). This research, done by Strom, R.Fanti, Parma and Ekers, suggests that the morphology of the outer radio emission may have been influenced by these galaxies.

Normale melkwegstelsels.

In de ruimte tussen de sterren bevinden zich gaswolken, de materie waaruit de sterren zijn ontstaan en ook het middel dat deze bouwstenen van melkwegstelsels aan elkaar verbindt. In dat gas komen wij o.a. waterstof tegen, een belangrijk element dat bovendien lijn emissie vertoont op een golflengte van 21 cm. Hiermee kunnen wij niet alleen de aanwezigheid van waterstof bewijzen, maar ook de snelheid ervan bepalen en daardoor studies van stelsel kinematica uitvoeren.

Voorbeelden hiervan zijn voortgaande studies van een bijzonder spiraalstelsel waarmee De Bruyn en G. van Albada (Groningen) bezig zijn, en van een bijzonder dubbelstelsel, waaraan Van der Hulst samen met B.Burke en J.Mahoney (MIT) werkt. Waterstofgas bevindt zich ook in dwerg onregelmatige stelsels (zgn. Magelhaense type) en hieraan zijn Albinson en Van Woerden (Groningen) een onderzoek begonnen.

Stelsels met betrekkelijk weinig waterstofgas zijn de zgn. elliptische stelsels. In de laatste jaren zijn er toch enkele gevonden met meetbare waterstof emissie en men probeert nu daarvan goede synthese kaarten te krijgen. Raimond samen met S.Faber (Lick Observatory), G.Knapp (Princeton University), J.Gallagher (Illinois University) en J.van Gorkom (NRAO) heeft zijn onderzoek aan dit soort stelsels voortgezet met verdere bewerking van bestaande WSRT gegevens en de toevoeging van een nieuwe VLA waarneming van een zuidelijk voorbeeld. Ook Van der Hulst is betrokken bij VLA waarnemingen van een soortgelijk stelsel.

Normale stelsels vertonen niet alleen de lijnstraling van waterstof maar ook de continuüm emissie van hoge energie deeltjes en heet gas. Deze is ten dele afkomstig van deeltjes in het interstellair medium en niet-thermische objecten, zoals supernova resten en ten dele van thermische emissie. Van der Hulst en Israel (ESTEC) hebben de laatste hand gelegd aan hun studie van de geïntegreerde continuüm emissie van normale stelsels. Doel was een schatting te kunnen maken van de hoeveelheid thermische- en niet-thermische straling, en dit is ten dele bereikt. Een voorbeeld van onderzoek naar emissie van diskrete objecten in sterrenstelsels is De Bruyn's studie van jonge supernova resten. Hiervoor heeft hij WSRT- en VLBI waarnemingen gebruikt en hij heeft o.a. een object gevonden dat een zeer helder voorbeeld van de Crab Nevel zou kunnen zijn.

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

Redactie: T. de Jong.

Het radiosterrenkundig onderzoek in Amsterdam is van bescheiden omvang en incidenteel van aard. Er wordt dan ook niet ieder jaar over gerapporteerd. Het onderhavige verslag betreft onderzoeksprojecten die zijn uitgevoerd in 1981 en 1982.

3.2.1. Formaldehyde gas geassocieerd met compacte HII gebieden.

Ter verklaring van de door Forster, Goss en anderen met de WSRT ontdekte H_2CO maser in de richting van het compacte HII gebied NGC 7538-IRS1 werd door Boland en de Jong een model geconstrueerd waarin de nabijheid van het HII gebied essentieel is. De vereiste populatie inversie in de betrokken niveaus kan ontstaan in een koele dichte gaswolk ($n(\text{H}_2) \approx 10^4 \text{ cm}^{-3}$, $T \approx 20\text{K}$), rond een zeer compact HII gebied dat optisch dik is bij centimeter golflengten en optisch dun in het millimeter golflengte gebied. Om de waargenomen versterkingsfactor van ~ 100 te reproduceren is een vrij hoge H_2CO abundantie van 10^{-6} t.o.v. H_2 vereist.

Uit metingen van de 6 cm absorptielijn van H_2CO tegen de achtergrond van het radiocontinuum van een viertal bekende compacte HII gebieden (ON1, ON2, ON3 en W30H) vonden Forster en Boland H_2CO optische dieptes oplopend tot ~ 2 . Het absorberende gas wordt gekarakteriseerd door een H_2 dichtheid variërend van 10^2 tot 10^4 en een H_2CO abundantie van $\sim 10^{-8}$ en is mogelijk gelokaliseerd in een gecomprimeerde gasschil rond het in een moleculaire wolk expanderende HII gebied. De uit de waarnemingen afgeleide H_2CO abundanties zijn ongeveer twee orden van grootte kleiner dan nodig voor het verklaren van de maserstraling geassocieerd met NGC 7538.

3.2.2. WSRT positiebepalingen van OH masersterren.

F.J. Willems gebruikte de WSRT als een twee-element interferometer bij 1612 MHz om nauwkeurige posities te bepalen van een 10-tal OH-masersterren. De metingen werden verricht bij twee basislijnen (180 en 1512 m). Een van de twee gebruikte ontvangers was de Dwingeloo OH ontvanger (ruistemp. $\sim 40\text{ K}$), de andere was een omgebouwde 21 cm ontvanger (ruistemp. $\sim 250\text{ K}$). De resulterende vrij hoge systeemtemperatuur maakte het slechts mogelijk om posities te bepalen van de helderste OH masersterren in het bestudeerde veld. Dit veld beslaat ongeveer 140 vierkante graden in een 17 graden lange strip langs het melkwegvlak nabij $l=20^\circ$. Dankzij de WSRT metingen, aangevuld met een groot aantal VLA

metingen, zijn nu van alle 60 OH-masersterren in dit veld goede radioposities bekend. Met behulp van deze posities is inmiddels ruim de helft van de OH sterren in het infrarood geïdentificeerd. Van een van de sterkere OH/IR bronnen in het veld, OH12.8-1.9, die dankzij de nauwkeurige WSRT positie met de ESO 1m kijker kon worden geïdentificeerd, is het infrarood spectrum in fig. 3.2.1. gegeven.

3.2.3. Een Dwingeloo OH survey van M reuzen in de galactische Noordpoolkap.

De tot op heden ontdekte stellaire OH maser bronnen zijn op een enkele uitzondering na geassocieerd met laat-type variabele en semi-variabele sterren. Bij het samenstellen van de verzamelingen sterren die op OH emissie zijn onderzocht is men vaak zeer onsystematisch te werk gegaan. Om het voorkomen van OH emissie meer systematisch te onderzoeken heeft F.J. Willems bij 1667 MHz OH metingen gedaan met de Dwingeloo telescoop van een complete groep M reuzen in een veld van 400 vierkante graden nabij de galactische Noordpool. Twee-uurs integraties op ongeveer 50 sterren leverde geen enkele OH detectie op. Een ster, U VCn, was eerder door Rieux et al. gevonden met de Nançay telescoop. U VCn (spectraaltipe M8) behoort tot de koelste reuzen uit het sample en is een Miraveranderlijke zodat niet-detectie mogelijk aan de variabiliteit kan worden geweten. Het negatieve resultaat van deze survey is van belang omdat het een schatting (bovenlimiet) oplevert voor de duur van de OH maser fase in een typische M reuzenster in de zonsomgeving.

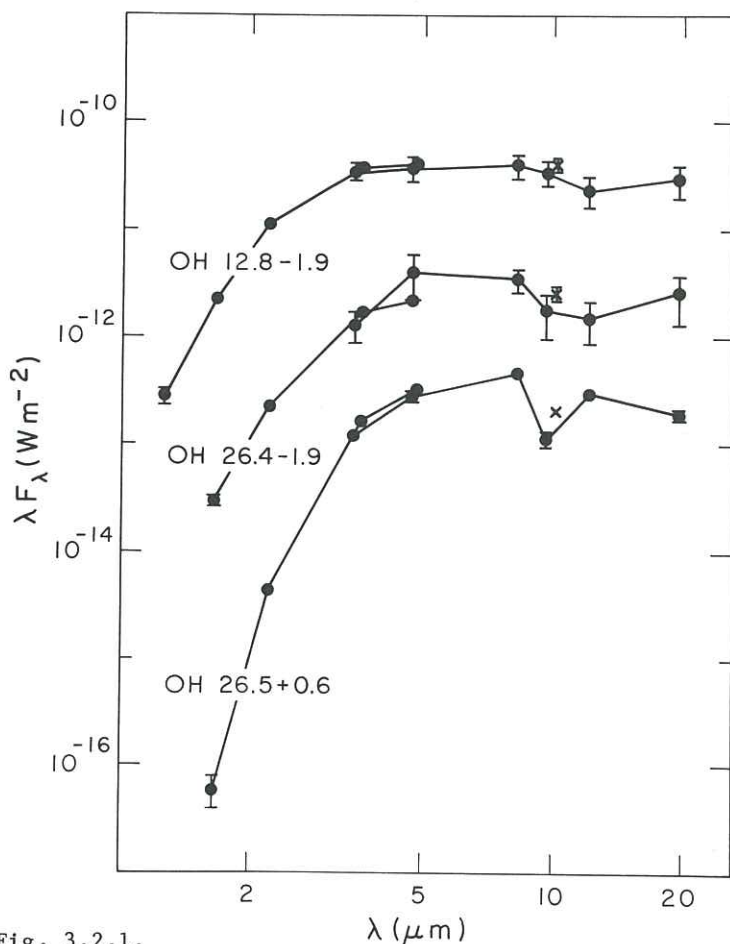


Fig. 3.2.1.

Spectrale energieverdelingen van 3 OH/IR bronnen tussen 1 en 20 μm . De gegevens zijn verkregen met de ESO 1 meter teleskoop. InSb fotometer (1-5 μm) en bolometer (4-20 μm) metingen zijn apart getekend. De kruisjes zijn breedband 10 μm metingen. Statistische meetfouten zijn aangegeven wanneer zij groter waren dan de afmeting van de datapunten. OH12.8-1.9 kon in het infrarood worden geïdentificeerd dankzij een nauwkeurige radio positiebepaling met de WSRT. Voor de duidelijkheid zijn in de figuur de fluxen van OH26.4-1.9 en van OH26.5+0.6 verkleind, resp. met factoren 0,1 en 0,001.

Spectral distribution for 3 OH/IR sources between 1 and 20 μm , as observed with the ESO 1 m telescope. InSb photometer (1-5 μm) and bolometer (4-20 μm) observations are drawn separately. Broadband (10 μm) observations are indicated by crosses; errors are shown if larger than the points in the diagram. OH12.8-1.9 has been identified with the aid of an accurate WSRT position. The fluxes of OH26.4-1.9 and OH26.5+0.6 are shown divided by 10 and 1000 respectively

3.3. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen.

Redactie: G.D. van Albada en P.J. Teuben.

3.3.1. Inleiding.

Net als in voorgaande jaren heeft de WSRT een zeer belangrijke plaats ingenomen in het wetenschappelijke werk aan het Kapteyn Laboratorium in 1982. Ook dit jaar weer was naast een grote hoeveelheid extragalactisch onderzoek een belangrijk deel van de onderzoeksinspanning gericht op galactisch werk. Een hoogtepunt hierbij was wel het aandeel van Prof. W.M. Goss in de ontdekking van de 1.6 ms pulsar.

Op het gebied van de extragalactische sterrenkunde waren van groot belang de promotie van G.A. van Moorsel op de massabepaling van dubbele melkwegstelsels en het tot stand komen van een multidisciplinaire samenwerking op het gebied van de dynamica van balkspiraal. Hieraan nemen o.a. deel: P.D. Atherton met optische waarnemingen verkregen met de scanning Fabry-Perot interferometer "TAURUS", R.H. Sanders en P.J. Teuben (sterdynamica), G.D. van Albada (gasdynamica), en meerdere Groningse onderzoekers met WSRT waarnemingen. In 1983 zal M. Ondrechen uit Minneapolis enige maanden overleg komen plegen over zijn VLA waarnemingen aan balkspiraal.

Van groot belang was verder op het gebied van de gegevensverwerking het definitief in bedrijf nemen van de Groningse versie van LINEMAP, het programma waarmee kaarten worden gemaakt van de met het DLB verkregen waarnemingen. D.S. Retallack (NRAO) was in verband hiermee in de zomer enige weken terug in Groningen.

Net als in voorgaande jaren mochten wij in 1982 een groot aantal buitenlandse bezoekers voor kortere of langere tijd gastvrijheid verlenen:

P. Appleton (Manchester) 2 weken in april,
J. Binney (Oxford) 4 weken in juli en augustus,
F.S. Boulanger (Parijs-Meudon) vanaf november voor 1 jaar,
P. Chamaraux (Parijs-Meudon) 2 weken in juni,
R.D. Ekers (NRAO/VLA) 3 weken in september,
H.R. Dickel (Univ. Illinois, Urbana) 3 weken in september,
F.X. Hu (Purple Mountain Obs.-Nanjing China) in november voor 1 jaar,
W.J. Jaffe (NRAO/Charlottesville) tot juli 1982,
G.R. Knapp (Inst. Advanced Studies, Princeton) gedurende 2 weken in augustus,
N. Krumm (Cincinnati) 1 week in augustus,
G. Longo (Napels) 4 maanden vanaf februari,
J.E. Mo (Purple Mountain Obs.-Nanjing China) in november voor 1 jaar,

D.S. Retallack (NRAO/VLA) 3 weken in juli,
P. Schechter (Kitt Peak Obs.) gedurende 3 weken in november,
J. Tarter (Univ. California) gedurende 1 week,
N. Thonnard (Carnegie Inst. of Washington DC) 4 weken in
oktober-november,
S.D. Tremaine (MIT) 4 weken in juli-augustus,
T. Troland (Univ. Kentucky, Lexington) in juli en augustus.

Voor onze contacten met sterrenkundigen aan andere instituten waren ook dit jaar weer de diverse internationale congressen van groot belang. Vooral IAU symposium no. 100 in Besançon over "Internal Kinematics and Dynamics of Galaxies" werd door een groot aantal Groningers bezocht. Van de gezamenlijke bijdragen van deze astronomen aan het congresverslag is een dikke SRZM preprint verschenen. Andere bijeenkomsten die zich op een grote Groningse belangstelling mochten verheugen waren o.a. de IAU General Assembly in Patras en de Young European Radio Astronomers Conference in Cambridge.

Van de diverse aan het Kapteyn Laboratorium uitgevoerde onderzoeken vindt U hieronder een verslag. Van groot belang voor al deze onderzoeken waren de gezamenlijke activiteiten aan ons instituut, zoals werklunches (drie maal in de week) en de voortgaande ontwikkeling van ons gegevensverwerkingspakket "GIPSY".

3.3.2. Gegevensverwerking en instrumentatie.

In de loop van 1982 is de versie van LINEMAP die op de Groningse CYBER computer draait verder uitgetest en verbeterd. Dit zeer omvangrijke programma was tussen 1979 en 1981 door D.S. Retallack (ZWO) met medewerking van R.H. Harten (RZM) omgezet van IBM Fortran + Assembler naar CDC Fortran. Deze versie werd in augustus 1981 in gebruik gesteld door de RZM medewerker H.Akkerman, maar bleek bij intensief gebruik nog een aantal gebreken te vertonen. Door de welwillende medewerking van de RZM en haar Amerikaanse tegenhanger NRAO was het mogelijk om D.S.Retallack in de zomer van 1982 voor enkele weken van de VLA weer terug in Groningen te krijgen, waar hij het LINEMAP programma verder heeft verbeterd en eveneens versneld. Daardoor kon in het najaar van 1982 het gebruik van de rekenfaciliteiten van het Leidse CRI door Groningse astronomen tot vrijwel nul dalen, overeenkomstig de wens van de Leidse vakgroep sterrenkunde. Beschrijvingen van de Groningse LINEMAP vindt U in (te verkrijgen via H.A. Akkerman):

- "A quick guide to the Groningen version of LINEMAP" (D.S.Retallack, 1981, 1982).
- "Preparation of LINEMAP jobs, or how to get your maps in Groningen" (D.S.Retallack, 1981, H.A. Akkerman, 1982).

In de loop van 1983 zal het oude vertrouwde FORTRAN 66 op de

Groningse CYBER worden vervangen door FORTRAN 77. Naast de noodzakelijke wijzigingen in standaard programmatuur, zoals LINEMAP (H.A. Akkerman) en de SHELTRAN voorvertaler (J.P.Terlouw), was het nodig de gehele sterrenkunde programmatheek op de CYBER aan te passen. Van de gelegenheid is tevens gebruik gemaakt om de opzet van deze programmatheek te wijzigen (J.P.Terlouw). De aangepaste SHELTRAN voorvertaler is in vrijwel ongewijzigde vorm ook bruikbaar met FORTRAN 77 op de PDP11/70.

Net als in voorgaande jaren werd door de stafleden en promovendi gezamenlijk zo'n drie tot vier manjaar besteed aan verdere verbetering en uitbreiding van de programmatuur in het Groningse beeldverwerkingssysteem op de PDP11/70 (GIPSY). Veel werk werd onder andere aan de diverse CLEAN programma's besteed, door K.Begeman aan die in de PDP11/70 en door R.J.Allen aan een versie die in de M70 Image Computer loopt en in het bijzonder bedoeld is voor het cleanen van zeer grote velden. Door U.J.Schwarz wordt gewerkt aan een versie van CLEAN die geen last moet hebben van de bekende corrugatie effecten. In een intern rapport wordt de oorzaak van dit effect beschreven en worden methoden gezocht om dit effect te voorkomen. De beste oplossing blijkt de "Smoothness Stabilized CLEAN" te zijn, die werd ontwikkeld door T.Cornwell (NRAO/VLA). Verder werd, naast vele andere, een programma geschreven voor het direkt bekijken van waarnemingen in het UV vlak (S.Shostak) en een programma dat de gebruiker toestaat interactief kleur en helderheid van een beeld in de M70 te wijzigen (W.Zwitser).

Veel tijd is ook besteed aan het maken van hardware (R.J.Allen, Haaijer, van het rekencentrum) en software (S.Shostak) aanpassingen ten behoeve van het maken van de bekende M31 film voor Leiden.

Door het invoeren van nieuwe interface routines heeft R.J.Allen weten te bewerkstelligen dat de drie-dimensionale set-subset structuur waarmee GIPSY de gegevens op schijf bewaart nu ook in de M70 image computer beschikbaar is. Hierdoor is het tevens mogelijk geworden de positie en intensiteit aan de hemel behorend bij een bepaald punt in de display direkt terug te vinden. Programmatuur voor deze routines beslaat ca. 1000 regels SHELTRAN code; de bijbehorende documentatie is nog eens zo lang.

Door W. Jaffe is onderzocht op welke wijze de resultaten verkregen met de TV camera behorende bij het GIPSY systeem verbeterd zouden kunnen worden.

Dit jaar is verder gewerkt aan de analyse van gegeven verkregen met de TAURUS scanning Fabry-Perot interferometer op het GIPSY systeem. Veel aandacht is besteed aan het ontwerpen van algorithmes voor het analyseren van H_{α} lijnprofielen van extragalactische HII gebieden. De volgende punten bleken van groot belang:

- i. Omdat de breedte van het instrumentele profiel vergelijkbaar is met de intrinsieke breedte van de emissielijn moet het model voor het instrumentele profiel zeer nauwkeurig zijn.

- ii. Daar de ruis in de met TAURUS verkregen gegevens sterk niet-Gaussisch is, moet het criterium voor het bepalen van de kwaliteit van een aanpassing met zorg gekozen worden. Het zonder meer toepassen van een kleinste-kwadraten criterium kan leiden tot systematische fouten.

Een voorbeeld van een waargenomen lijnprofiel vindt U in fig. 3.3.1. Dit werk wordt verricht door T.Oosterloo en R.J.Allen.

GIPSY blijft als algemeen verwerkingssysteem voor twee- en drie-dimensionale gegevens structuren door zijn compleetheid, stabiliteit en kwaliteit grote aantrekkingskracht op gebruikers van buiten uitoefenen, hoofdzakelijk vanuit de sterrenkunde, maar het systeem wordt ook incidenteel gebruikt door andere afdelingen van de RU Groningen, zoals het Rekencentrum, Archeologie en Anatomie. Naast een bijna wekelijks gebruik door diverse RZM medewerkers hebben we in 1982 o.a. de volgende bezoekers op GIPSY mogen verwelkomen: E.Brinks en A.Bosma (Leiden), P.Schechter (Kitt Peak), N.Thonnard (Carnegie Inst.) F.Viallefond (Meudon), B.Longo (Napels), S.Faber (Santa Cruz), E.Fomalont (NRAO). Verder is na aanpassing aan het VMS bedrijfssysteem door J.P.Terlouw een versie van GIPSY geïnstalleerd op de VAX computer van het Astronomische Instituut in Bonn (P.Kalberla).

Met het oog op de verhuizing van het Kapteyn Laboratorium naar het nieuwe "Multifunctionele Gebouw" in 1983 is door R.J.Allen en J. ter Horst (Rekencentrum) een aanvraag voorbereid voor een daar te plaatsen Remote Job-Entry station.

Op het gebied van de instrumentatie wordt o.a. verder gewerkt aan de ontwikkeling van TAURUS. Voor de huidige versie wordt gewerkt aan de mogelijkheid om met behulp van een "Gism" (een soort combinatie van een rooster en een prisma) en een masker in het brandvlak lage resolutie spectra van meerdere objecten tegelijk te verkrijgen. Een test met deze techniek werd in november gedaan bij waarnemingen van mogelijke röntgen-emitterende QSO's ontdekt met het Einstein Observatorium. Voorbereidingen voor de bouw van een tweede versie van TAURUS te Roden zijn in een vergevorderd stadium. Dit instrument moet deel uit gaan maken van het fase-1 instrumentenpakket voor de 4,2 m William Herschel Teleskoop op La Palma.

3.3.3. Galactisch onderzoek.

3.3.3.1. Waarnemingen van formaldehyde (H_2CO).

W3-OH.

In maart 1982 werd door W.M.Goss, A.H.Rots (NRAO), H.R.Dickel en A.Lubenov (beide laatsten: Univ. Illinois) het compacte HII gebied W3-OH in de 6 cm formaldehydelijn met de VLA waargenomen. Het hoekoplossend vermogen van deze waarnemingen is 0,5", het snelheidsoplossend vermogen 0,76 km/s. Deze waarnemingen werden

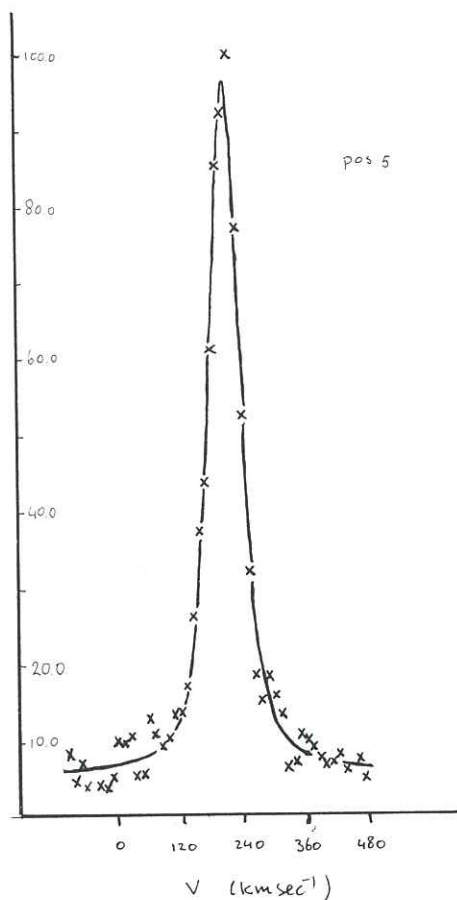


Fig. 3.3.1.

Een met TAURUS waargenomen lijnprofiel (kruisjes) van een HII gebied in de zuidelijke balkspiraal NGC1365 met een daaraan aangepast model (getrokken lijn). De brede vleugels aan de lijn veroorzaakt door het instrumentele profiel zijn duidelijk zichtbaar. De intrinsieke breedte van de emissielijn wordt geschat op 49 km/s. Dit is een heel normale waarde voor een extragalactisch HII gebied. (T.Oosterloo en R.J.Allen)

Shown is the $H\alpha$ line profile of an HII region in the southern barred spiral NGC1365 as observed with TAURUS (crosses) with a fitted model profile (line). The broad wings due to the TAURUS instrumental profile are clearly visible. The intrinsic width of this line profile is estimated to be 49 km/s (FWHM), which is a value typical for extragalactic HII regions. (T.Oosterloo and R.J.Allen)

gedaan naar aanleiding van eerdere WSRT waarnemingen (o.a. door Forster en Boland) waaruit bleek dat H_2CO in de buurt van compacte HII gebieden vaak een grote optische diepte heeft. Bij 6 cm is W3-OH ook in het continuüm optisch dik; de elektronen temperatuur van het HII gebied is 8500 K. Een kaart van de 6 cm continuüm emissie vindt U in fig. 3.3.2. Terwijl waarnemingen met enkelvoudige telescopen slechts een gemiddelde optische diepte van 0,5 geven voor W3-OH, blijkt uit de nieuwere waarnemingen met hun veel beter scheidend vermogen dat de absorptie ongelijkmatig verdeeld is over de bronnen, met maxima in de optische diepte groter dan 1,0. Fig. 3.3.3. toont de waargenomen verdeling van de equivalente breedte. De H_2CO lijkt zich in een schil om het HII gebied te bevinden met een doorsnede van ca. 1", ofwel 0,01 pc. Deze schilstructuur heeft mogelijk te maken met de schok die moet worden veroorzaakt door dit jonge HII gebied.

Cas A.

De formaldehyde absorptielijn in Cas A werd eind 1981 door W.M.Goss, P.Kalberla (Bonn) en H.R.Dickel (Univ. Illinois) met de WSRT waargenomen. De volle resolutie (3,9" bij 4,5") continuüm kaart vindt U in fig. 3.3.4. Ook hier weer blijkt de H_2CO zeer ongelijkmatig verdeeld te zijn, zodat in plaats van de gemiddelde optische diepte van minder dan 0,05, die met enkelvoudige telescopen wordt waargenomen, nu lokaal optische diepten groter dan 1,0 worden gevonden. Deze concentraties moeten overeenkomen met dichtheden van moleculaire waterstof van de orde van 10^4 deeltjes cm^{-3} . De massa's ervan zijn dan in de orde van 2 tot 10 zonsmassa's. In fig. 3.3.5. wordt de verdeling van de optische diepte op twee verschillende snelheden getoond.

3.3.3.2. Zeeman splitsing in de HI lijn.

Het Zeeman experiment van 1979 aan Cas A (besproken in het jaarverslag van 1980) toonde de nieuwe mogelijkheden van een synthese instrument voor dergelijke metingen. De gevoeligheid was toen echter niet voldoende om de structuur van het magneetveld goed in kaart te brengen. Bregman, Troland, Albinson, Goss en Schwarz hebben daarom in 1982 met de WSRT metingen met grotere gevoeligheid gedaan. Deze verbeterde gevoeligheid maakte een nieuwe procedure voor de correctie van de instrumentele polarisatie noodzakelijk en ook de veronderstelling van een uniform magneetveld over het hele snelheidsbereik van een absorptiefeature bleek niet meer te voldoen. Daarom is de analyse als volgt gedaan: op iedere snelheid werd de sterkte van het magneetveld bepaald uit

$$B = \text{const.} \cdot V / (dI/dv)$$

waarbij V de circulaire polarisatie is, I de lijn intensiteit (de

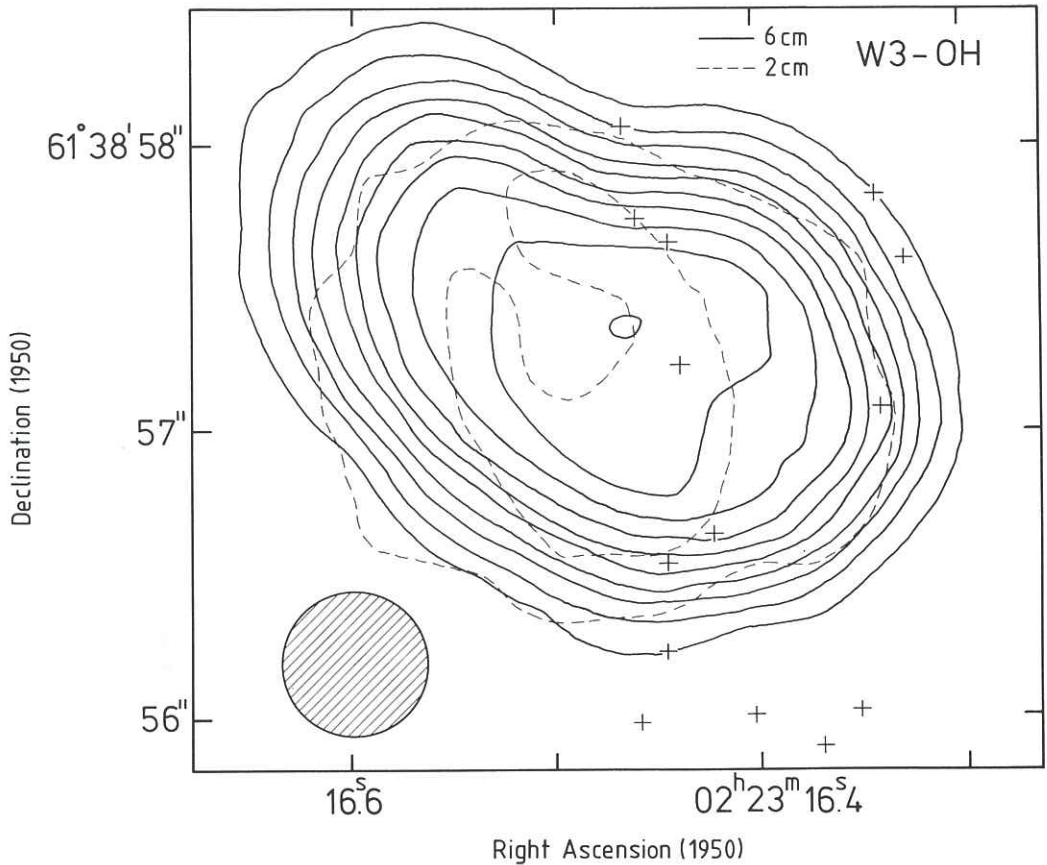


Fig. 3.3.2.

Een kaart van de 6 cm continuum straling van het compacte HII gebied W3-OH, waarvan W.M.Goss et al. met de VLA H_2CO waarnemingen hebben verkregen. De getrokken lijnen geven de 6 cm emissie, de gestippelde lijnen die op 2 cm. De kruisen geven de plaatsen aan van OH maser bronnen.

A map of the 6 cm continuum emission of the compact HII region W3-OH (W.M.Goss et al.) obtained during H_2CO observations. The solid lines represent the 6 cm emission, the dotted lines the 2 cm emission. The positions of OH masers are given by crosses. VLA observations.

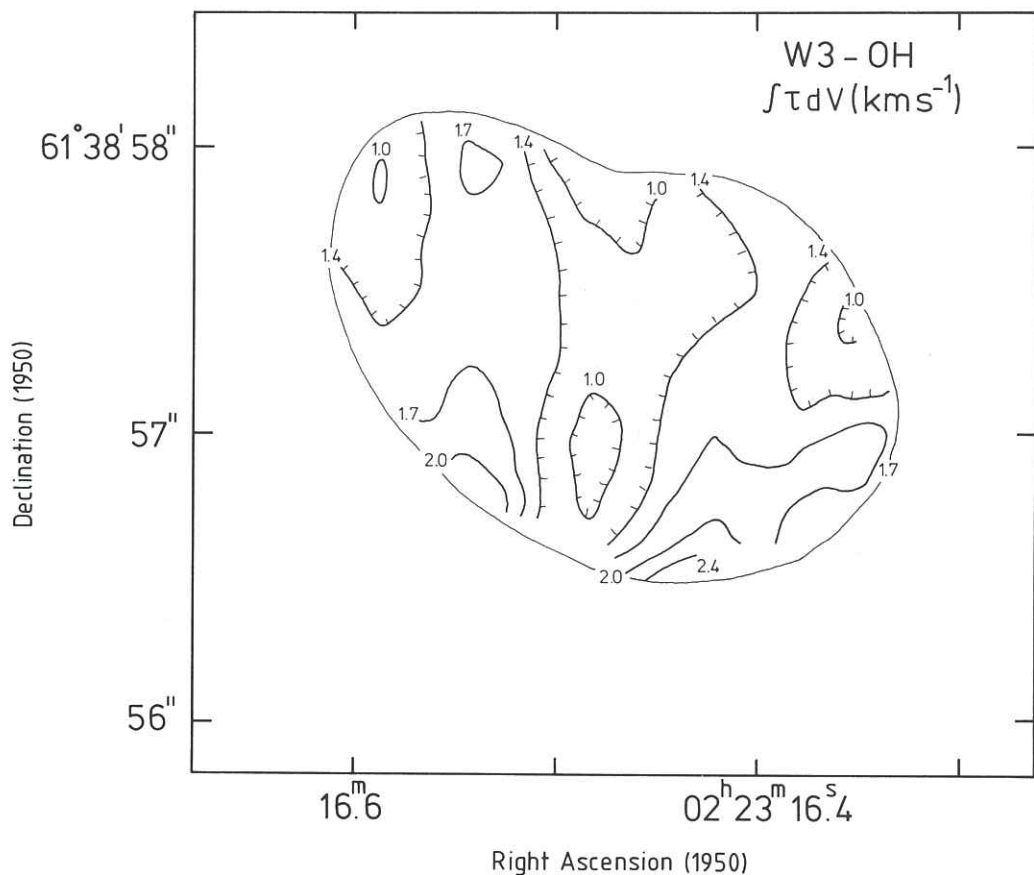


Fig. 3.3.3.

Verdeling van equivalente breedte (km s^{-1}) uit de absorptie metingen bij 6 cm (zie ook fig. 3.3.2.) tegen W3-OH (W.M.Goss et al.).

Distribution of equivalent width (km s^{-1}) from the absorption measurements at 6 cm (cf. fig. 3.3.2.) against W3-OH (W.M.Goss et al.).

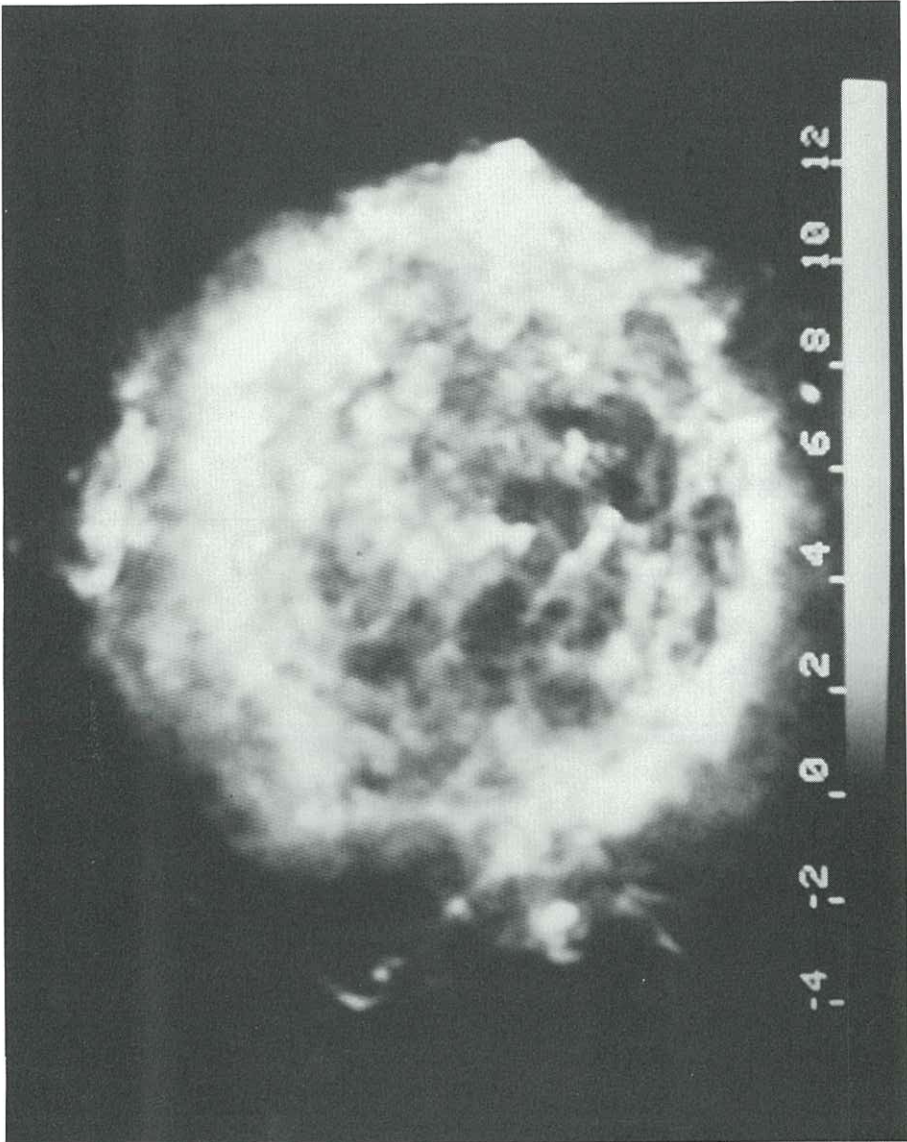


Fig. 3.3.4.

WSRT continuum kaart van Cas A in de formaldehyde absorptielijn (6 cm). Het oplossend vermogen is $3.''9 \times 4.''5$. De diameter van Cas A bedraagt ca. 4 arcmin.

WSRT continuum map of Cas A in the formaldehyde absorption line (6 cm). Angular resolution is $3.''9 \times 4.''5$. The diameter of Cas A is appr. 4 arcmin (Goss et al.).

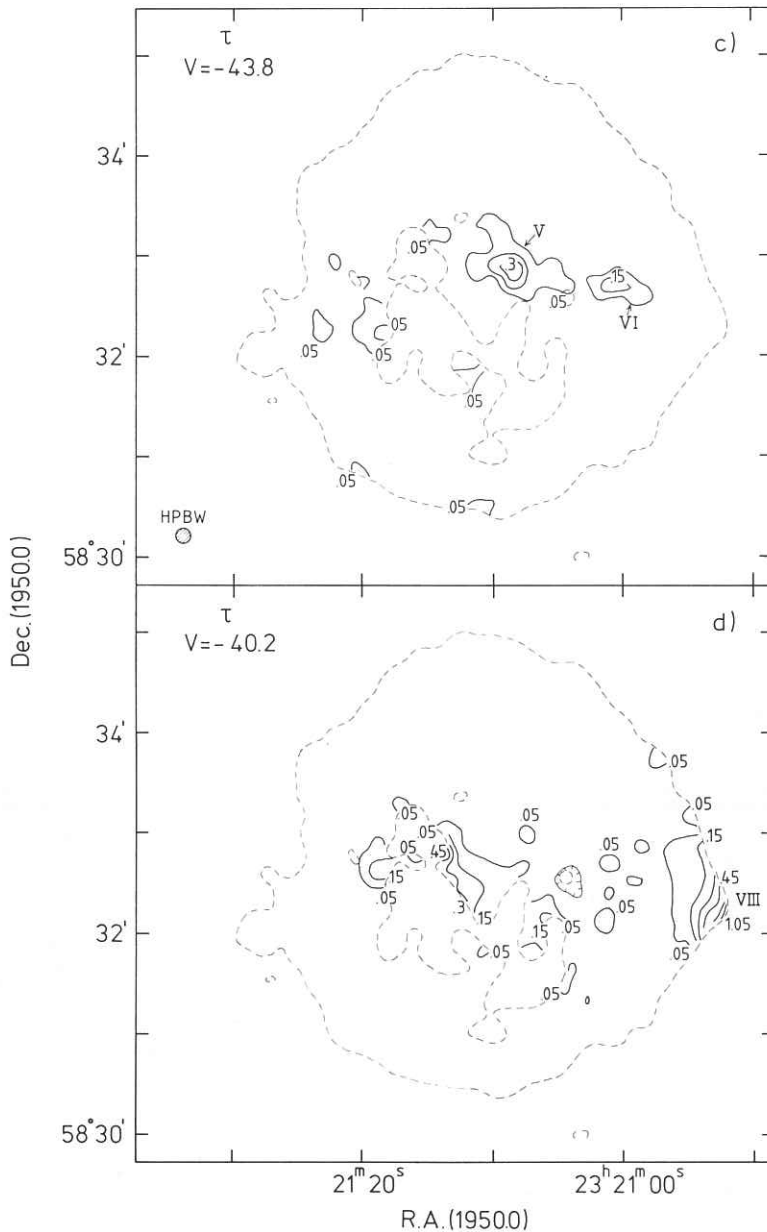


Fig. 3.3.5.

Verdeling van optische diepte in de formaldehyde absorptielijn bij twee verschillende snelheden (zie fig. 3.3.4.) tegen Cas A.

Distribution of optical depth in the formaldehyde absorption line at two different velocities (cf. fig. 3.3.4.) towards Cas A.

Stokes-parameter) en v de snelheid. In fig. 3.3.6. zijn drie typische doorsneden bij constante declinatie op drie snelheden weergegeven.

P.Kalberla (Bonn) concludeert uit de verdeling van de HI absorptie in de richting van Cas A dat de twee waargenomen snelheidssystemen in de Perseus arm (tussen -51 en -34 km/s) zich ruimtelijk zeer dicht bij elkaar moeten bevinden. Zo'n ruimtelijke verdeling lijkt veel op wat wij van een schok in de ISM zouden verwachten.

W.M.Goss heeft tezamen met C. Heiles (Berkeley) en T.Troland (Kentucky) 21 cm absorptielijn waarnemingen in Orion A gedaan (VLA) om het Zeeman effect te meten. De export tapes zijn in Dwingeloo m.b.v. het ALPS systeem tot kaarten verwerkt, die daarna in Groningen m.b.v. het GIPSY systeem geanalyseerd werden. De oorspronkelijke waarnemingen hadden een oplossend vermogen van 25" en de uiteindelijke analyse vond plaats bij 40" oplossend vermogen. De continuüm kaart bij 25" oplossend vermogen is te zien in fig. 3.3.7., de verdeling van de Stokes-V parameter in fig. 3.3.8. Het karakteristieke Zeeman-patroon is zichtbaar in HI emissie, en de verdeling van de sterkte van het magneetveld (ca. 60 micro-Gauss gemiddeld) is voor deze bron bepaald.

3.3.3.3. Supernova Resten en Pulsars.

G 292.0+1.8.

De SNR G292.0+1.8 is een plerion (gevuuld centrum) supernovarest met soortgelijke eigenschappen als de Krabnevel. Uit het optisch spectrum valt af te leiden dat dit een jonge SNR moet zijn. M.b.v. de 3,6m telescoop in La Silla hebben W.M.Goss, Braun (Leiden), Danziger (ESO) en Boksenberg (RGO) een optisch snelheidsveld met de IPCS (Image Photon Counting System) gemaakt. De waarnemingen zijn gedaan in de [OIII] lijn bij 5007 Å. Aanpassing van een model met een expanderende schil geeft een expansiesnelheid van 2200 km/s, wat leidt tot een leeftijd van ca. 1800 jaar bij een aangenomen afstand van 5,5 kpc.

Pulsar-Survey.

W.M.Goss heeft tezamen met E.Fomalont (NRAO/VLA), R.Manchester (CSIRO) en A.Lyne (Jodrell Bank) 50 pulsars met de VLA waargenomen bij een golflengte rond de 20 cm. De sterkere pulsars werden in de "snapshot" mode in kaart gebracht bij 1385 en 1665 MHz met de bedoeling de ionosferische refractie te elimineren door een lambda-kwadraat model aan de waarnemingen aan te passen. De posities konden met een nauwkeurigheid van ca. 0."2 bepaald worden, met de bedoeling dit te vergelijken met tijdsbepaalde posities.

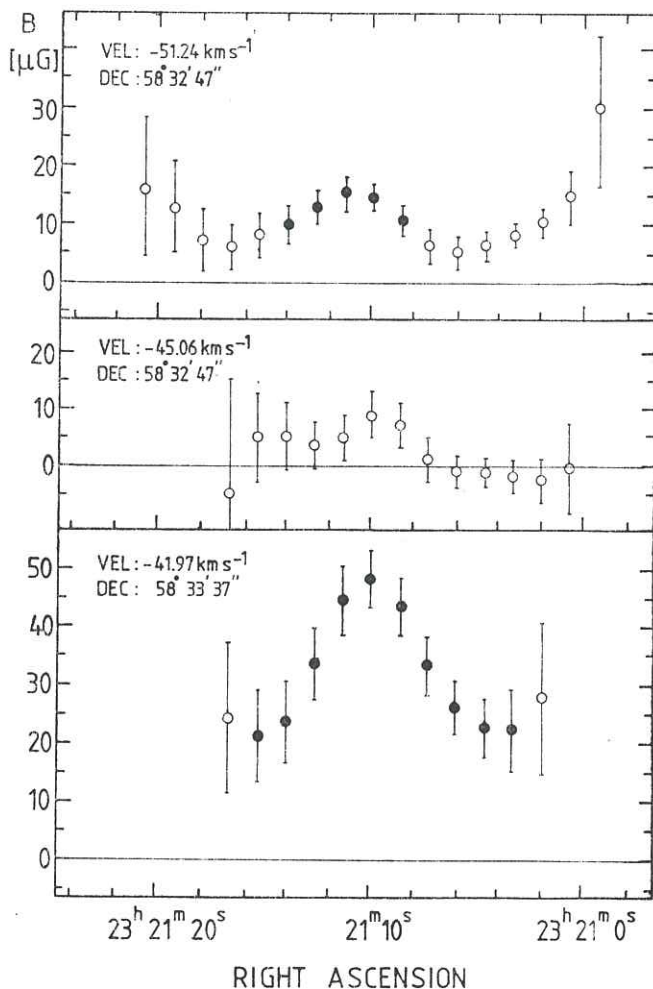


Fig. 3.3.6.

Doorsnede bij constante declinatie op verschillende snelheden van de uit het Zeeman-experiment bepaalde magneetveld sterkte. De deling door de gradient dI/dv (zie tekst) heeft tot gevolg dat de onzekerheid in B niet uniform is. Witte punten geven magneetvelden met grote relatieve fout, zwarte met een kleine relatieve fout. Duidelijk is echter de significante variatie van de sterkte van het magneetveld over de bron te zien.

Cuts at constant declination at different velocities of the magnetic field determined from the Zeeman-experiment. Dividing by the gradient dI/dv (formula in text) results however in a nonuniform uncertainty in B . White points denote a large relative error, black ones a small relative error. Clearly the magnetic field varies across the source. (J.Bregman, T.Troland, J.Albinson and U.J.Schwarz)

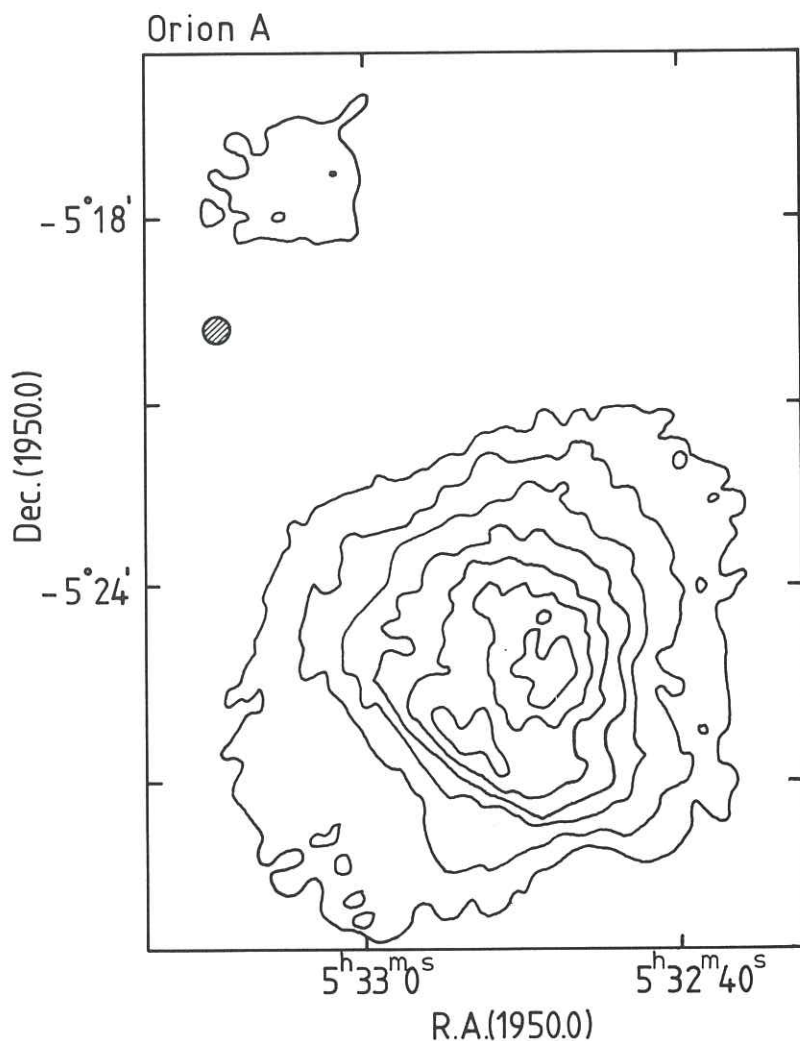


Fig. 3.3.7.

21-cm VLA continuum kaart van Orion A (VLA) bij een oplossend vermogen van 25". Zowel NGC1976 (Orion A) als NGC1982 ten noorden zijn gedetecteerd. Het scherpe ionisatie-front in het ZO is duidelijk zichtbaar, evenals de grote halo rond NGC1976. (W.M.Goss, C.Heiles en T.Troland)

21-cm VLA continuum map of Orion A (VLA). Note NGC1976 (Orion A) and NGC1982 to the North. The sharp ionization front to the SE is obvious, as well as the large halo surrounding NGC1976. (W.M.Goss, C.Heiles and T.Troland)

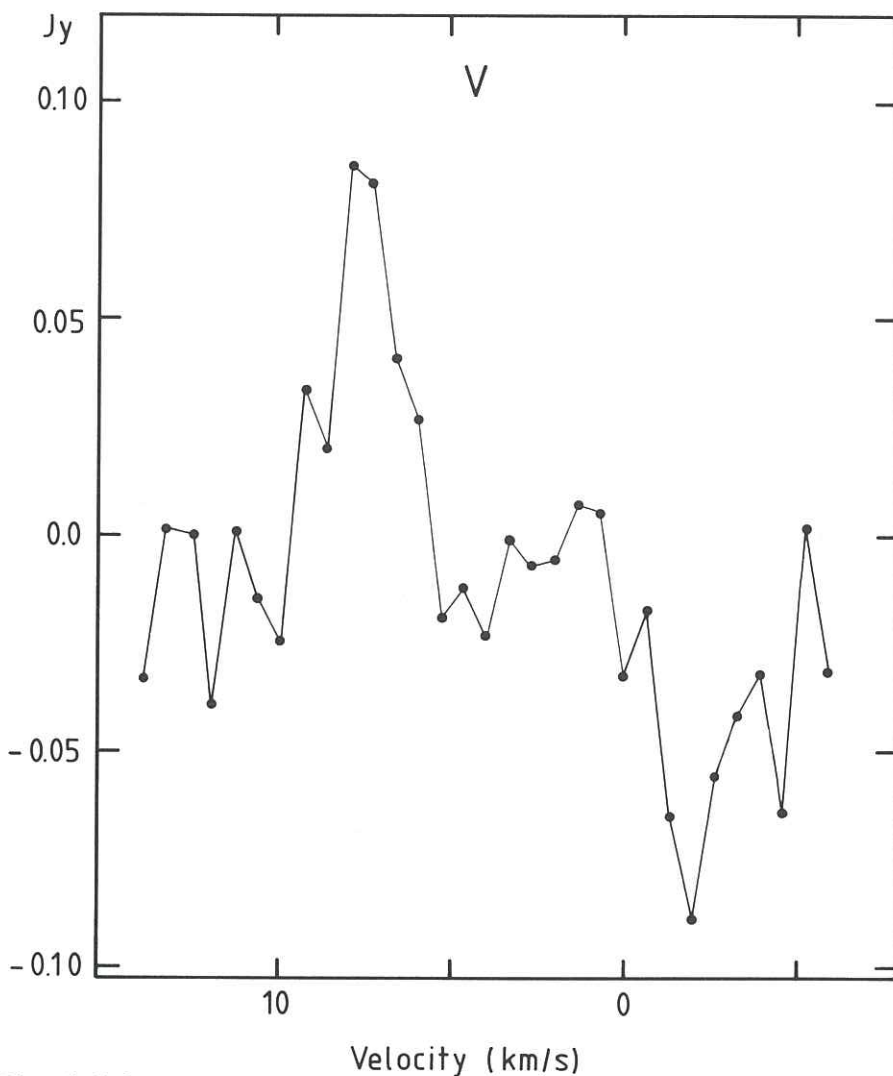


Fig. 3.3.8.

De Stokes V-parameter, bepaald uit de 21-cm absorptielijn metingen tegen Cas A (WSRT). Het karakteristieke Zeeman-patroon is zichtbaar. De sterkte van het magneetveld bedraagt ca. 60 micro-gauss.

The Stokes V-parameter, determined from the 21-cm absorption line measurements against Cas A (WSRT). The characteristic Zeeman-pattern, belonging to a mean magnetic field of 69 micro-gauss, is clearly visible. (W.M.Goss, C.Heiles and T.Troland)

PSR 1937+214: de ms-Pulsar.

De ontdekking van de ms-Pulsar werd eind 1982 in Nature bekendgemaakt door D.C.Backer, S.R.Kulkarni, C.Heiles (Univ. of California), M.M.Davis (Cornell) en W.M.Goss. Deze pulsar heeft een periode van 1,558 ms en roteert daarmee 20 maal sneller dan de tot dan toe snelst bekende pulsar (de Krabpulsar).

D.C.Backer merkte al in 1974 op dat 4C21.53 op lage frequentie een heel steil spectrum heeft (spectrale index van -2,4). De bron ligt op zeer lage galactische breedte (-0,3 graden) maar desondanks vertoont hij sterke interplanetaire scintillatie. Dit betekent dat de bron een afmeting kleiner dan 1" moet hebben. Gezien het feit dat extragalactische bronnen op lage frequenties en lage galactische breedte een interstellaire verbreding meekrijgen moest 4C21.53 waarschijnlijk galactisch zijn.

In maart 1981 stelde Backer aan Goss voor deze bron met de WSRT op 49 cm waar te nemen. Uit de waarnemingen met de WSRT kon nu voor het eerst de positie van de component met het steile spectrum binnen enkele boogseconden worden bepaald. Met Arecibo werd op die positie naar een pulsar gezocht, maar er werd geen periode gevonden groter dan 4 ms. In het najaar werd het veld nogmaals, maar nu bij 21 cm waargenomen (fig. 3.3.9). De pulsar is op deze golflengte achtmaal zwakker dan op 49 cm. Een belangrijke bijdrage van de WSRT waarnemingen was de ontdekking van sterke lineaire polarisatie in de stijl spectrum component (29% bij 49cm en 15% bij 21cm) zoals die alleen voor pulsars bekend is. Nogmaals werd met Arecibo naar pulsen gezocht, en op 9 november werd een periode van 1,558 ms gedetecteerd. Het pulsprofiel lijkt sterk op dat van de Krab pulsar en de dispersiemaat is 70 pc cm^{-3} .

Met Arecibo werd ook een $\text{H}166\alpha$ recombinatielijn gedetecteerd in de noordelijke uitgebreide bron, zodat dit een HII-gebied moest zijn. Het volgende probleem was de bepaling van de relatieve positie van de pulsar t.o.v. het HII-gebied. In het najaar werd ook een 21 cm HI absorptieprofiel met de WSRT verkregen (fig. 3.3.10.). Vergelijking met het $\text{H}166\alpha$ profiel leverde een afstand van 11 kpc op voor het HII-gebied. Recente HI-absorptie metingen aan de pulsar m.b.v. Arecibo gaven een afstand van ten hoogste 5 kpc aan, zodat de twee bronnen niet samenhangen.

De afwezigheid van een niet-thermische SNR en van enige uitgebreide röntgen emissie duidt op een hoge leeftijd voor de pulsar. Dit wordt ook bevestigd door de kleine tijdafgeleide van de periode ($dP/dt < 10^{-19} \text{ sec sec}^{-1}$) en de halfwaarde leeftijd van de periode is dus $> 2 \times 10^8$ jaar. Het afgeleide oppervlaktemagneetveld van de neutronenster is ca. 10^8 gauss, ofwel ca. 10.000 maal zwakker dan voor de meeste pulsars; ook dit is een indicatie voor een hoge leeftijd.

Verscheidene theoretische overwegingen geven aan dat PSR 1937+214 een spin-up pulsar is. Als voorbeeld hebben H.Henrichs en

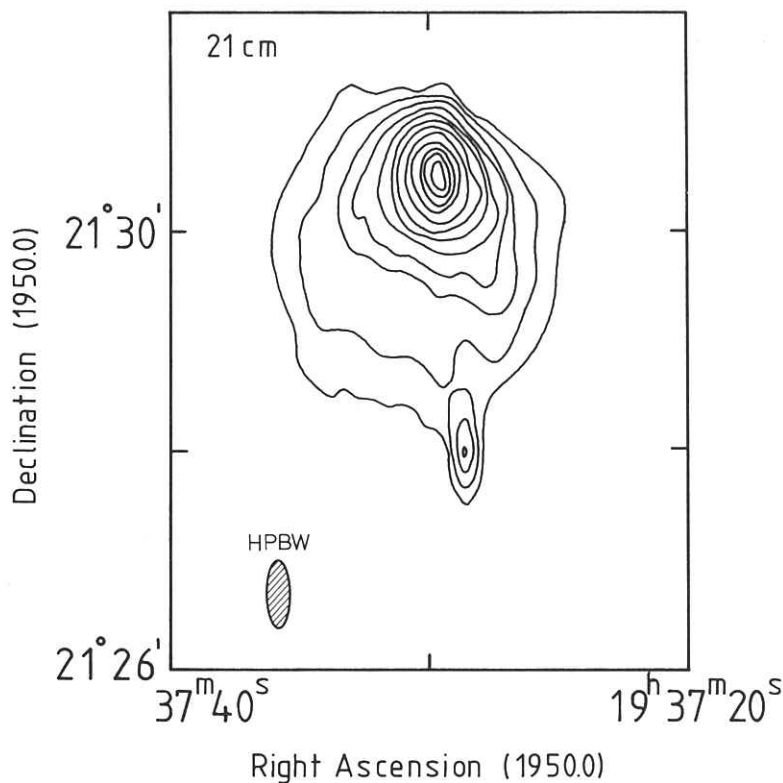


Fig. 3.3.9.

De 21-cm WSRT continuum kaart van 4C21.53 met een oplossend vermogen van $13'' \times 37''$. In het noorden ziet U de bron met het vlakke spectrum, dat later een HII-gebied bleek, en in het zuiden de bron met het steile spectrum, de ms pulsar PSR1937+214.

The 21-cm WSRT continuum map from 4C21.53 with a resolution of $13'' \times 37''$. Note the (flat spectrum) source, which turned out to be an HII-region, to the North and the ms pulsar (a steep spectrum source) to the South.

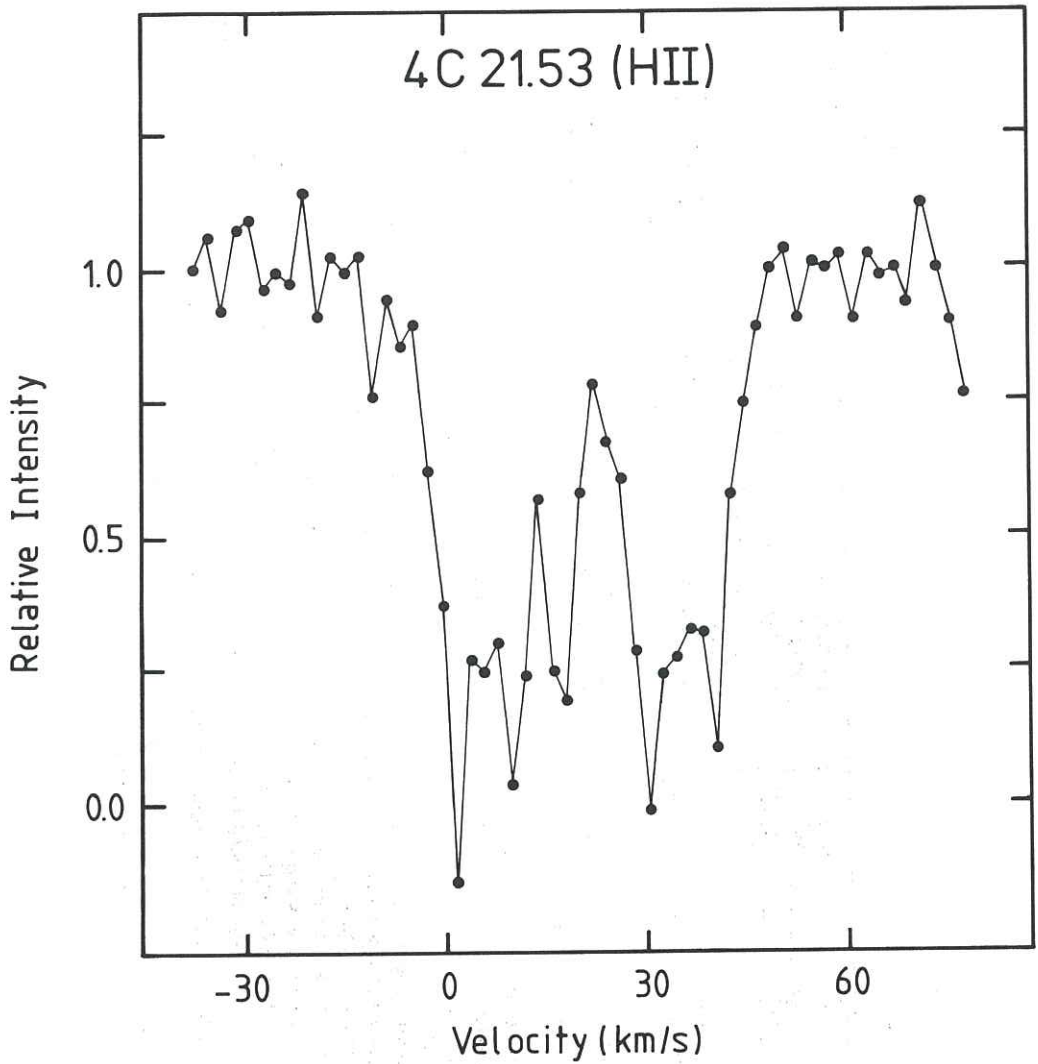


Fig. 3.3.10.

Absorptie profiel tegen het HII-gebied ten noorden van de pulsar (21-cm WSRT).

Absorption profile against the HII-region North of the pulsar (21-cm WSRT).

E.P.J. van den Heuvel (GU Amsterdam) een scenario voorgesteld waarin een dubbele pulsar (vgl. PSR 1913+14) samensmelt doordat de onderlinge afstand langzaam kleiner wordt door het uitzenden van gravitatiestraling. Hierbij wordt op dramatische wijze het baan-impulsmoment in rotatie-impulsmoment van de samengesmolten pulsar omgezet.

Er wordt nu verder gezocht naar sterk gepolariseerde bronnen met een steil spectrum in het galactische vlak. Dit gebeurt op 49 cm m.b.v. de WSRT door J.Albinson (RZM), A.Purvis (Cambridge), D.Morris (IRAM) en W.M.Goss.

3.3.3.4. Het galactisch centrum.

Het galactisch centrum is op drie frequenties met de VLA waargenomen. Dit werk is een vervolg op eerder werk met de WSRT aan Sgr A (de "WORST" kaart van Ekers et al. 1975; WORST= Westerbork Owens Valley Radio Synthesis Telescope). De huidige waarnemingen zijn gedaan bij 2, 6 en 20 cm door Ekers (VLA), Van Gorkom (VLA), Goss en Schwarz. Bij 6 en 20 cm zijn kaarten gemaakt met een oplossend vermogen van $5'' \times 8''$, en kon de verdeling van de spectrale index over het gebied in kaart worden gebracht. Fig. 3.3.11. toont de 6 cm continuüm kaart. De schilachtige structuur in het oostelijk deel is Sgr A Oost, een SNR met een niet-thermische spectrale index van $-0,76$. Deze op twee na helderste SNR in onze melkweg heeft een diameter van 10 pc, aangenomen dat ze in het galactische centrum staat. De bronnen ten oosten van Sgr A Oost zijn compacte HII-gebieden, die bij 20 cm optisch dicht zijn. De elektronen-dichtheid is bepaald op 1000 cm^{-3} met een emissie maat van 10^6 pc cm^{-3} , typische waarden voor compacte HII gebieden.

Het meest opvallende aan deze waarnemingen is echter wel de thermische spiraalstructuur in Sgr A West. Dit is duidelijk te zien in de 6 cm kaart (fig. 3.3.11.), maar in meer detail in de 2 cm kaart (fig. 3.3.12. bij een oplossend vermogen van $2'' \times 3''$). Deze thermische spiraalstructuur is ook in [NeII], H110 α (6 cm) en H76 α (2 cm) gevonden.

Deze laatste twee lijnen zijn door J.Bregman, J.van Gorkom en U.J. Schwarz met de WSRT (H110 α) en de VLA (H76 α) waargenomen. De nieuwe WSRT waarnemingen hebben een betere gevoeligheid en een hogere resolutie dan de oudere, in het jaarverslag over 1980 beschreven waarnemingen. Het belangrijkste resultaat is de kinematische informatie die werd verkregen over de drie-armige spiraalstructuur. Vergelijking met de infrarode [NeII] snelheden toont overeenkomsten in het intermediaire snelheidsbereik rond de 100 km/s. De hoge snelheden ($\sim 230 \text{ km/s}$) en lage snelheden ($\sim 0 \text{ km/s}$) die in de [NeII] worden gevonden dicht bij het centrum komen echter niet voor in de H76 α lijn. Fig. 3.3.13 toont een vergelijking van de nieuwe 6 cm WSRT lijnwaarnemingen met de 2 cm VLA waarnemingen. Opvallend is het zeer gelijkmatige

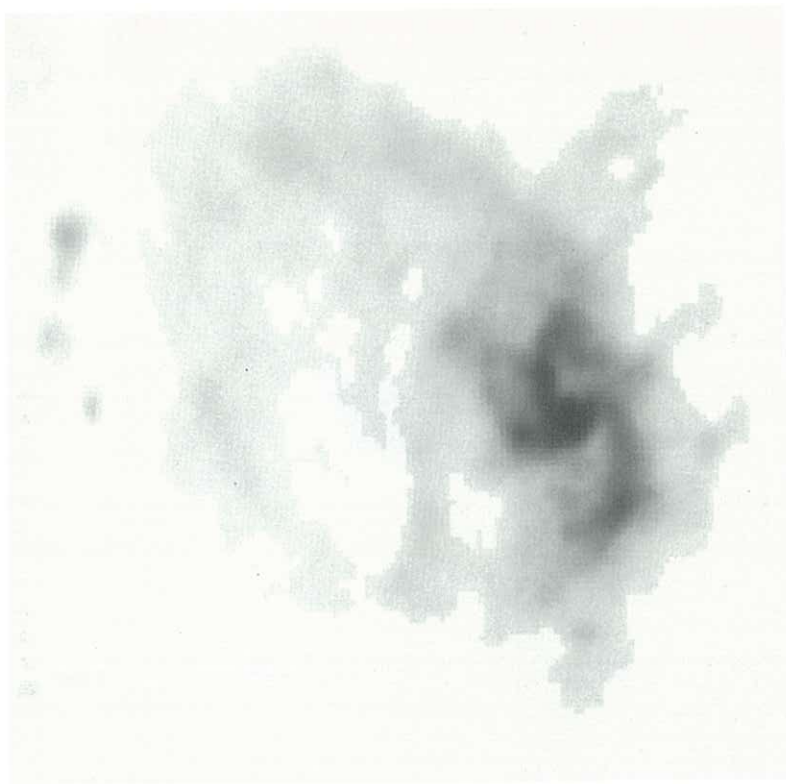


Fig. 3.3.11.

6-cm continuum kaart (VLA) van het galactisch centrum met een oplossend vermogen van $5'' \times 8''$; het veld meet ca. 4 arcmin.

6-cm continuum map (VLA) of the galactic centre with a resolution of $5'' \times 8''$. The field is appr. 4 arcmin across.



Fig. 3.3.12.

2-cm continuum kaart (VLA) van het galactisch centrum met een oplossend vermogen van $2'' \times 3''$. Het veld meet ca. $80''$ of 4 pc.

2-cm continuum map (VLA) of the galactic centre with a resolution of $2'' \times 3''$. This map has an extend of appr. $80''$ or 4 pc.

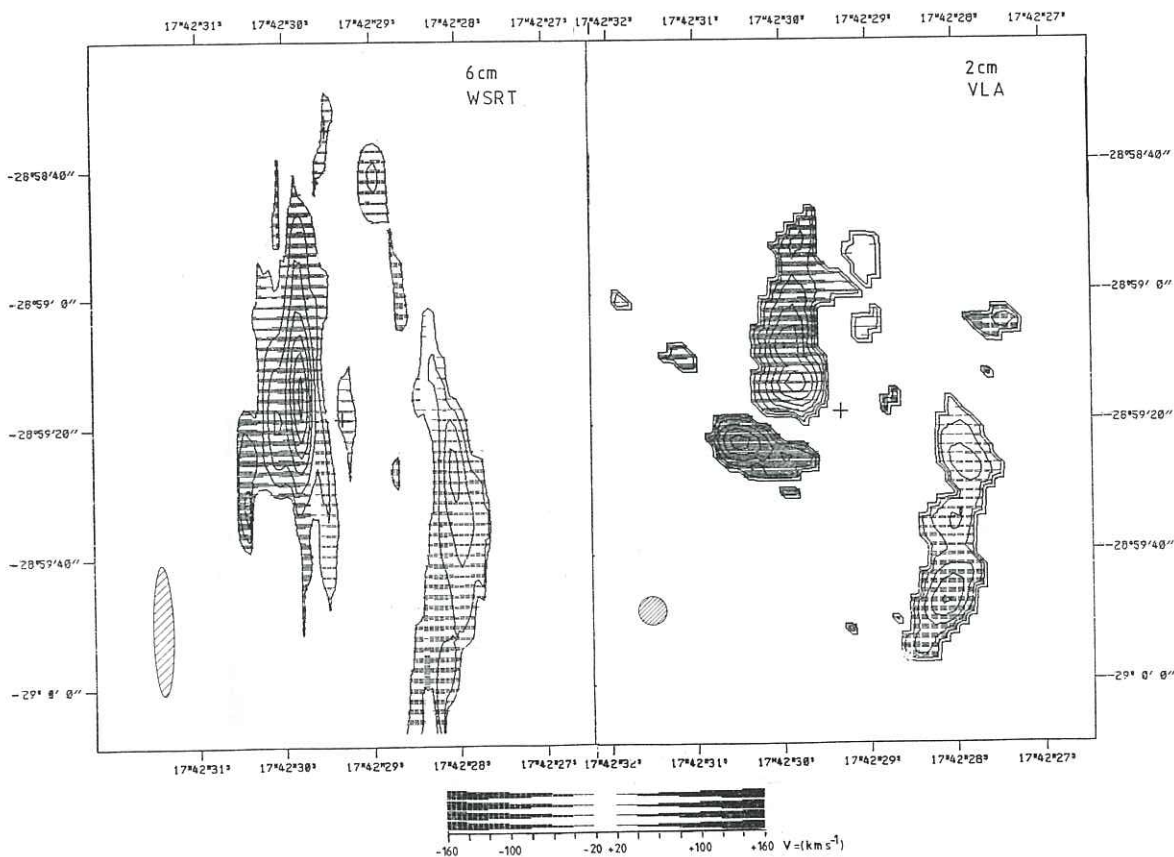


Fig. 3.3.13.

Recombinatieliijn waarnemingen van het galactisch centrum.
links: WSRT waarnemingen, 6 cm, H110 α , contouren: 4,6,..mJy/bundel.
rechts: VLA waarnemingen, 2 cm, H76 α , contouren: 5,10,..mJy/bundel.
De arcering geeft de snelheid, zie sleutel. De bundels zijn in de linker benedenhoek getekend; de WSRT bundel is erg langwerpig in declinatie. Het kruis is de positie van de compacte continuum bron.

Recombination line observations of the galactic centre.
left: WSRT observations, 6 cm, H110 α , contours: 4,6,..mJy/beam
right: VLA observations, 2 cm, H76 α , contours: 5,10,..mJy/beam.
Hatching denotes velocity, see key. The beams are drawn in the lower left corner; note that the WSRT beam is very elongated in the declination direction. The cross is the position of the compact continuum source. (U.J.Schwarz et al.)

snelheidsverloop in beide kaarten, in tegenstelling met wat de [NeII] resultaten te zien geven. Een model gebaseerd op woest wervelende waterstof wolken lijkt derhalve onhoudbaar.

De compacte VLBI bron bevindt zich vlakbij, maar niet in, het centrum van symmetrie van de spiraalstructuur. Verschillende modellen om de spiraalstructuur te verklaren zijn beschouwd, het meest waarschijnlijke behelst de uitstoting of inval van materie ter grootte ca. $0,001 M_{\odot}$ per jaar, met een mogelijke getijdenwerking daarop.

3.3.3.5. Planetaire nevels.

Ook in 1981 zijn door Gathier, Pottasch en Goss weer planetaire nevels bij radiogolflengten waargenomen. Het in 1981 gestarte projekt ter verkrijging van 21-cm HI absorptie spectra van planetaire nevels werd in 1982 voortgezet. Het doel is het bepalen van de afstand tot een planetaire nevel uit een vergelijking van het absorptie spectrum van de nevel met dat van achtergrondbronnen in de richting van de nevel.

In totaal zijn er 24 planetaire nevels met de WSRT waargenomen. Hiervan werden er 7 ook bij 49-cm waargenomen om achtergrondbronnen te vinden die vervolgens weer bij 21-cm werden waargenomen. Voor de overige 17 nevels wordt in 1983 dezelfde procedure gevolgd. De interpretatie is in volle gang, waarbij ook gebruik wordt gemaakt van het 21-cm emissie profiel in de richting van de planetaire nevel, verkregen met de Dwingeloo teleskoop.

Om in 1981 uitgevoerde waarnemingen aan te vullen werden in mei 1982 met de VLA 6-cm continuüm waarnemingen gedaan aan 17 planetaire nevels met een bekende afstand: 16 nevels bij het galactisch centrum en K648, een planetaire nevel in de bolhoop M15. Het oplossend vermogen in rechte klimming bedroeg ongeveer $0,4''$ (A-array). Van de 16 nevels bij het galactische centrum waren in 1981 al 13 waargenomen met een oplossend vermogen van ongeveer $1''$ (B-array). De nieuwe waarnemingen met het hoge oplossend vermogen resulteerden in een nauwkeurige bepaling van de hoekafmeting die, gecombineerd met de totale 6-cm flux en de bekende afstand tot de nevel, tot een betrouwbare waarde van de totale geïoniseerde gasmassa in de nevel leidt. Een voorbeeld van een VLA waarneming vindt U in fig. 3.3.14.

De resultaten ondersteunen de eerdere conclusie door Gathier, Pottasch en Goss dat de spreiding in geïoniseerde massa van planetaire nevels zo groot is dat de zgn. Shklovsky-methode voor het bepalen van afstanden in het algemeen tot zeer onbetrouwbare resultaten leidt.

In een nieuw projekt van Pottasch, Mo en Pwa zal worden geprobeerd aan de hand van hoge resolutie IUE spectra de individuele lijnen van planetaire nevels, het interstellair medium en mogelijk ook de centrale ster te scheiden.

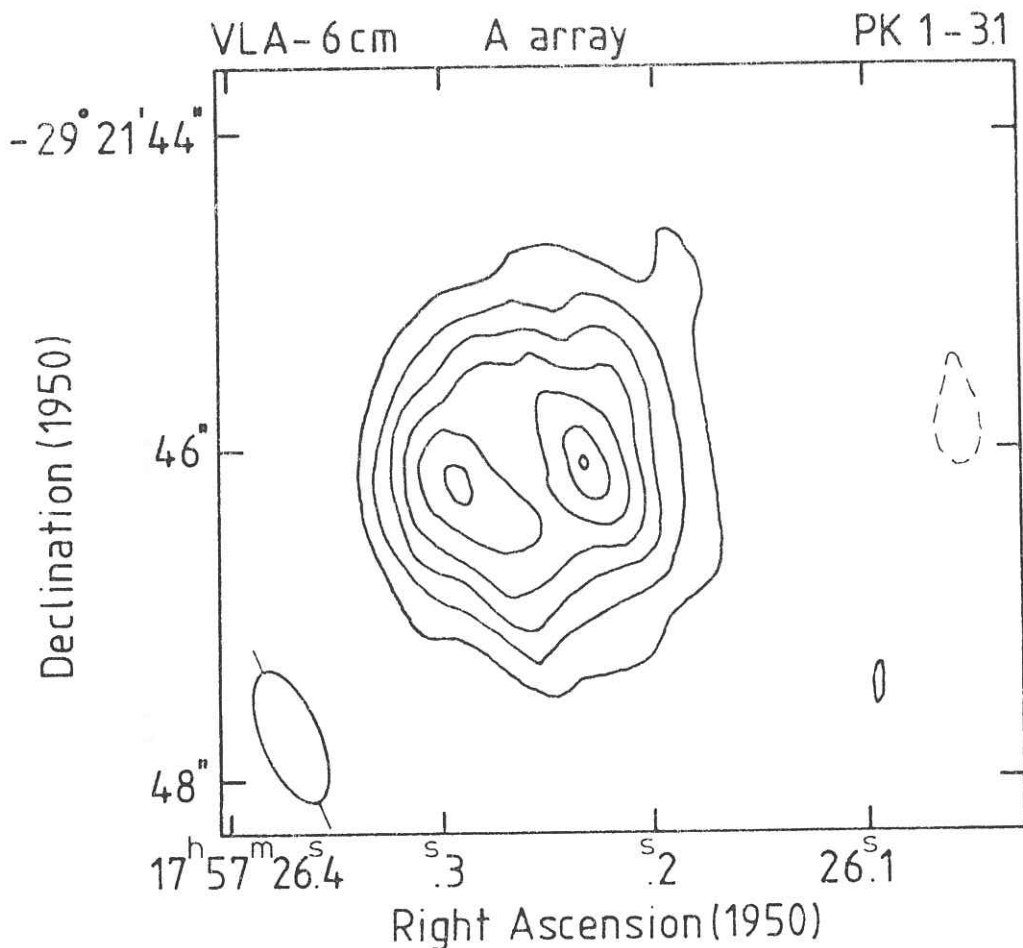


Fig. 3.3.14.

VLA 6-cm kaart van de planetaire nevel PK1-3.1. A-array waarnemingen van 7 mei 1982. Contouren -0,25, 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5 en 1,65 mJy. Totale flux: 10,4 mJy. Hoekdiameter: 1,"4. Totale geïoniseerde massa: $7.8 \cdot 10^{-2} M_{\odot}$. Linksonder zijn de afmetingen en orientatie van de bundel gegeven.

VLA 6-cm map of the planetary nebula PK1-3.1 from the May 1982 observations in the A-array. Contours -.25, .25, .5, .75, 1.0, 1.25, 1.5 and 1.65 mJy. Total flux: 10.4 mJy. Angular size: 1."4. Total ionized mass: $7.8 \cdot 10^{-2} M_{\odot}$. In the lower left corner size and orientation of the beam are given. (R. Gathier et al.)

3.3.3.6. Interstellaire lijnen.

Voorlopige resultaten uit de IUE waarnemingen van interstellaire lijnen in de richting van Zeta Ophiuchi en Eta Sagittarii werden op de derde IUE conferentie te Madrid gepresenteerd (Gilra, Pwa, Pottasch, Arnal en De Vries). Over het algemeen bestond er een goede overeenkomst met eerdere resultaten verkregen met de Copernicus satelliet. Bepaalde elementen zijn echter niet zo onderabondant als eerdere onderzoekers concludeerden. Door een groot aantal spectra te combineren kon een veel betere signaal-ruis verhouding worden verkregen dan eerder het geval was. Hierdoor kon de equivalente breedte van lijnen beter worden bepaald en tevens kon een aantal nieuwe lijnen worden geïdentificeerd.

Voor een onderzoek naar de drie-dimensionale structuur van het interstellaire medium en de verschillende ionisatie stadia van de erin voorkomende elementen is het Scorpius-Ophiuchus gebied gekozen. Een groot aantal gegevens is reeds aangevraagd bij de IUE databank en er is een voorstel ingediend voor aanvullende waarnemingen. Het betreffende gebied is reeds eerder optisch (Ca en K lijnen) bestudeerd door Beintema en Van Woerden en in het radiogebied door Sancisi en Van Woerden. De hoop is dat uit het grote aantal lijnen in het UV een meer gedetailleerd beeld van de structuur van de ISM kan worden verkregen.

"SIGNAL".

In samenwerking met J. Tarter (Univ. of California) werd door G.S.Shostak een poging gedaan om met behulp van de WSRT mogelijke gepulste signalen uit het melkwegcentrum te detecteren. Zulke signalen zouden, naar men aanneemt, door andere beschavingen kunnen worden uitgezonden. Het experiment was gevoelig voor signalen met een herhalingsduur tussen ongeveer een minuut en een uur. De, overigens negatieve, bevindingen werden gerapporteerd op een vergadering van de International Astronautics Federation te Parijs onder het acronym SIGNAL -- Search for Intelligence in the Galactic Nucleus with the Array of the Lowlands.

Afstandsbepaling van hoge snelheidswolken.

A.Zijlstra, H.van Woerden en U.J.Schwarz stelden een lijst op van RR-Lyrae- en W-Virginissterren in de richting van hoge snelheidswolken. Het is de bedoeling deze sterren te gebruiken in een project om de afstand tot zulke wolken te bepalen.

3.3.4. Externe melkwegstelsels.

3.3.4.1. Dubbele melkwegstelsels.

G.A. van Moorsel rondde zijn promotieonderzoek aan dubbele melkwegstelsels af met de publikatie van zijn proefschrift. In dit onderzoek werd de dynamica van veertien zulke paren bestudeerd met behulp van WSRT waarnemingen in de 21 cm lijn van atomaire waterstof. Bij de analyse van de verkregen gegevens is gebruik gemaakt van een nieuw ontwikkelde methode (T.S. van Albada) om de grootte van de bij dit soort onderzoeken optredende selectie effecten te bepalen. Hierdoor zijn de uiteindelijke resultaten betrouwbaarder dan die van eerdere soortgelijke studies.

De belangrijkste conclusie van het onderzoek is dat de massa's, zoals we die kunnen afleiden uit de waargenomen rotatiekrommen van de afzonderlijke stelsels veelal met een faktor drie tot vijf vermenigvuldigd moeten worden om de snelheidsverschillen tussen de beide stelsels in een paar te kunnen verklaren. Een voorbeeld van een paar met de bijbehorende radiële snelheden is te vinden in fig. 3.3.15.

T.S. van Albada, G.A. van Moorsel, R.Sancisi, G.S.Shostak en R.H.Warmels zijn een projekt begonnen van korte metingen met de WSRT in de HI lijn aan paren spiraalstelsels. Het doel hiervan is te onderzoeken of er een correlatie bestaat tussen de ruimtelijke orientaties van de spinvectors van de stelsels in een paar. Deze kennis kan bijdragen aan de theorie van de vorming en evolutie van sterrenstelsels. Voor dit projekt werden in 1982 tien paren waargenomen.

3.3.4.2. Neutraal atomair waterstofgas in SO-stelsels.

W. van Driel, H. van Woerden en U.J. Schwarz vervolgden hun onderzoek naar de verdeling en kinematica van het in sommige SO stelsels waargenomen atomaire waterstofgas. Nieuwe waarnemingen werden verkregen voor een zestal stelsels; in het totaal zijn nu ruim 15 stelsels waargenomen en de verwerking van dit materiaal vordert snel. Hieronder wordt een korte beschrijving gegeven van de resultaten die voor vier van deze stelsels werden verkregen.

NGC4262 is een SBO stelsel op 2,5 graad van het centrum van de Virgo cluster. De waarnemingen aan dit stelsel werden verkregen en bewerkt in samenwerking met N. Krumm (Cincinnati). Fig. 3.3.16. toont de verdeling van de HI. Al het gas bevindt zich in een ringvormig gebied; als deze ring cirkelvormig is heeft zij een diameter gelijk aan 1,7 maal de door De Vaucouleurs gegeven optische diameter D25 en een inclinatie van 60 graden met het vlak van de hemel, terwijl de inclinatie van het optische stelsel klein lijkt (minder dan 30 graden). De gasring maakt dus waarschijnlijk een grote hoek met de sterschiif. De snelheden in de ring (fig.

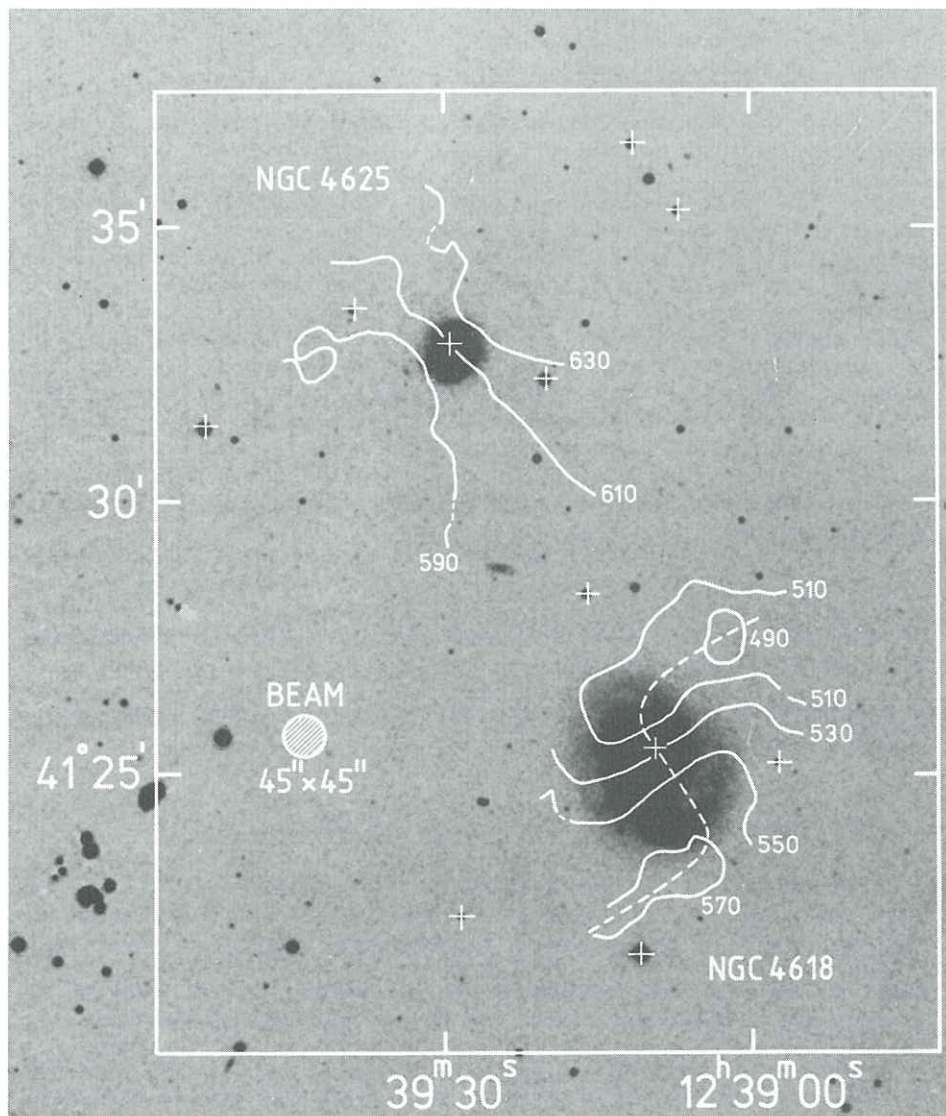


Fig. 3.3.15.

Snelheidsveld van het paar melkwegstelsels NGC4618/4625. De lijnen van gelijke heliocentrische radiale snelheid zijn gemerkt met de waarde van die snelheid in km/s. (G.A. van Moorsel).

A velocity field map of the galaxy pair NGC4618/4625. The equivelocity contours have been marked with the heliocentric radial velocities in km/s. (G.A. van Moorsel)

NGC 4262

3 arcmin
10 kpc

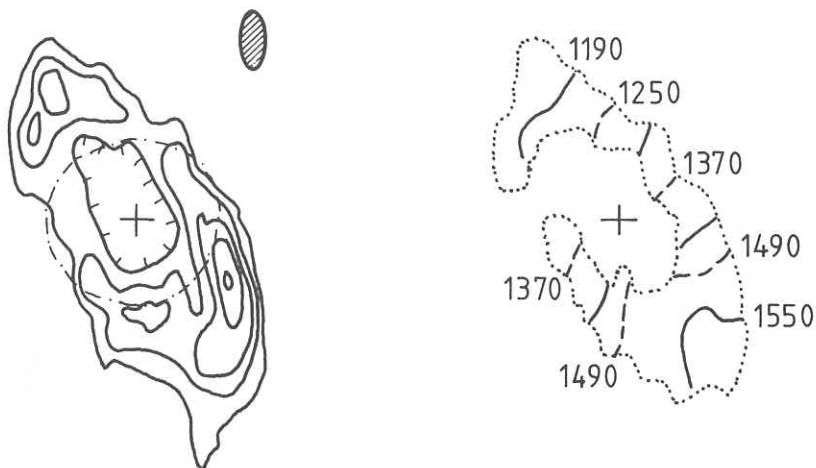


Fig. 3.3.16.

Waterstofverdeling en -snelheidsveld in het SBO-stelsel NGC4262, dat in de Virgo-cluster ligt. Contourwaarden van kolomdichtheid NH: 1,4, 2,8....7,0x10²⁰ atomen.cm⁻². De gasdichtheid heeft een diep minimum rondom het centrum van het stelsel. Het gas ligt geconcentreerd in een, vermoedelijk cirkelvormige, ring met diameter 1,7 x de optische (D25, gestippelde cirkel) die minstens 40 graden helt ten opzichte van de door sterren gedefinieerde schijf. Het snelheidsveld wijst op bewegingen in cirkelbanen: snelheden in km/s. Het oplossend vermogen is aangegeven door de gearceerde ellips. (Van Driel, Krumm en Van Woerden)

Hydrogen distribution (left) and velocity-field (right) in the SBO galaxy NGC4262, a member of the Virgo cluster. Contour values of column density NH: 1.4, 2.8,...7.0x10²⁰ atoms cm⁻². Note the deep density minimum around the centre. The gas lies in a, probably circular, ring of diameter 1.7xD25 (dashed circle) and inclination >40 degrees relative to the optical disk. The velocity-field is indicative of circular motions. Hatched ellips shows angular resolution. (Van Driel, Krumm and Van Woerden)

3.3.16., rechts) verlopen lineair met de afstand tot de korte as, in overeenstemming met de aanname dat het gas in een cirkelvormige ring beweegt.

De gasverdeling in NGC3941 vertoont twee ringen: een buitenring met een diameter 1.5 D25 en een binnenring met een diameter 0,4 D25. Beide ringen lijken hier in het vlak van het optische stelsel te liggen; gas in de buitenring stroomt ook niet in cirkelbanen.

De bewerking van de waarnemingen van NGC2273 vond plaats in samenwerking met G.R.Knapp (Princeton). Het gas in dit stelsel bevindt zich in de optische schijf; de maximale dichtheden treden op in een ring met een diameter gelijk aan ca. 0,8 D25. De rotatiekromme van de gasschijf is vlak, zoals bij de meeste spiraalstelsels. Nieuwe foto's van J.S. Gallagher (Univ. Illinois) laten zien dat dit stelsel ten onrechte als SO is geclassificeerd: het is een duidelijke balkspiraal.

De waarnemingen aan NGC3998 werden eveneens in samenwerking met G.R.Knapp bewerkt. De gasverdeling in dit stelsel (fig. 3.3.17) is slechts zeer gedeeltelijk opgelost. Wel is zonder meer duidelijk dat de lange as van deze gasverdeling vrijwel loodrecht op die van de sterren staat. Een gedetailleerde analyse van de verdeling van het gas over ruimte en snelheid suggereert dat ook hier het gas een cirkelvormige ring (diameter 0,7 D25) vormt.

Een vijfde SO stelsel --NGC2787-- werd dit jaar door G.S.Shostak waargenomen. Een voorlopige analyse van de gegevens laat zien dat de HI een duidelijke ringstructuur vertoont, ongeveer driemaal groter in diameter dan het optische stelsel, met een lange as vrijwel loodrecht op die van het optische stelsel.

De resultaten voor zeven andere stelsels verkregen door eerstgenoemde onderzoekers werden reeds in het verslag over 1981 beschreven. Het blijkt dat het waterstofgas in de meeste SO stelsels zich in de buitendelen bevindt, vaak zelfs ver buiten het optische stelsel. De verdeling is in het algemeen ringvormig en het gas beweegt zich in cirkelbanen. In sommige stelsels komt een veel kleinere gasring ($\sim 0,4$ D25) voor, soms samen met een buitenring. Slechts in enkele stelsels wordt een (gedeeltelijk) gevulde gasschijf waargenomen, terwijl de gasverdeling in NGC1023 en in NGC4694 een sterk afwijkend karakter heeft.

Deze resultaten werden door Van Woerden op het IAU Symposium te Besancon besproken.

Het veelvuldig voorkomen van buitenringen van gas, zelfs in een lid van de Virgo Cluster, duidt erop dat stripping (leegvegen) door intergalactisch gas, althans op het ogenblik, geen belangrijke rol speelt bij de bepaling van de gashoeveelheid en -verdeling in SO stelsels. Een galactische wind zou het gas wel naar buiten kunnen drijven, maar het is zeer twijfelachtig of dit mechanisme ringen in cirkelrotatie kan produceren. Twee andere voorgestelde scenario's lijken waarschijnlijker. In de ene wordt aangenomen dat het gas van buiten is ingevangen. De onregelmatige dichtheidsverdeling tesamen met de regelmatige snelheidsverdeling

NGC 3998

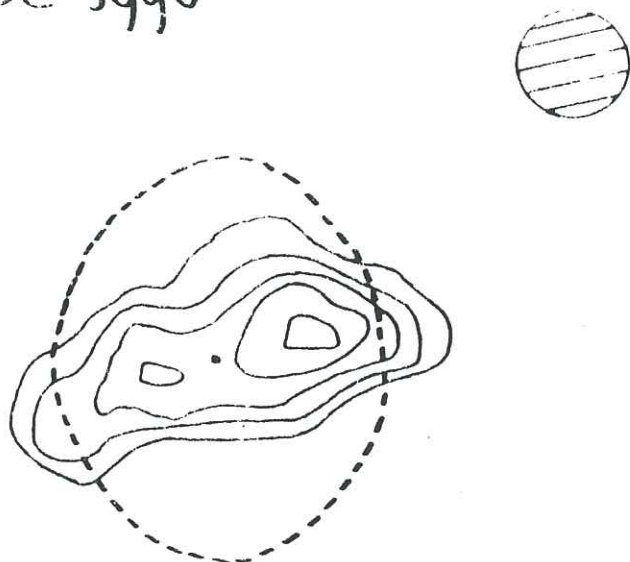


Fig. 3.3.17.

Waterstofverdeling in het SO-stelsel NGC3998. Oplossend vermogen aangegeven door de gearceerde cirkel. Het optische beeld (De Vaucouleurs' diameter) is aangegeven door een gestippelde cirkel. De waterstofverdeling wordt vrijwel op de kant waargenomen en staat bijna loodrecht op de optische schijf.

Hydrogen distribution in the SO galaxy NGC3998. Angular resolution shown by the hatched circle. The dashed circle outlines the optical image (25 mag/arcsec² isophote). The hydrogen distribution is seen almost edge-on, and is highly inclined relative to the optical disk. (v. Driel et al.)

suggereert dat dit ca. 10^9 jaar geleden zou moeten zijn gebeurd. Een andere mogelijkheid is dat een buitenring het overblijfsel is van een uitgestrekte gasschijf, zoals die in spiraalstelsels nog voorkomt. In het binnendeel zou het gas zijn verbruikt door stervorming, of verwijderd door dynamische processen; in de buitengebieden zijn de karakteristieke tijdschalen hiervoor wellicht te lang. Een vergelijking van de kinematica van het gas met die van sterren (tot dusver zijn i.h.a. geen stersnelheden gemeten) kan waarschijnlijk deze beide mogelijkheden onderscheiden. Ook is het mogelijk dat in een stelsel meerdere processen tegelijk werkzaam zijn geweest. De buitenbeentjes NGC1023 en NGC4694 moeten waarschijnlijk op andere wijze worden verklaard, zoals bijv. met stripping en/of getijdenwerking. Artikelen zijn in voorbereiding over NGC4203 (met J.S.Gallagher, Univ. Illinois), NGC4262 (met N.A.Krumm, Cincinnati) en NGC7013 (met G.R.Knapp, Princeton).

Ter vergelijking met de SO stelsels werden tevens enkele Sa spiralen en spiralen met optische buitenringen waargenomen. Verder zullen enkele zuidelijke SO's met behulp van de VLA worden bestudeerd, en zal in een aantal stelsels naar CO moleculen worden gezocht. Bovendien zal de optische helderheidsverdeling voor een aantal stelsels in drie kleuren worden onderzocht aan de hand van fotografische waarnemingen met de Palomar Schmidt.

3.3.4.3. Virgo cluster.

Het aantal stelsels in de HI survey van de Virgo cluster kon in 1982 worden uitgebreid van 23 tot 37. Voor een twaalfstal stelsels werd de schijnbare diameter bij een kolom-dichtheid van $2 \cdot 10^{20}$ HI atomen/cm² loodrecht op het vlak van de schijf bepaald. Voor het quotiënt van deze HI diameter en de optische "face-on" diameter (uit de Second Reference Catalogue of Galaxies van De Vaucouleurs et al.) werd een waarde gevonden van $1,33 \pm 0,58$. Vergelijken we dit met de waarde die we vinden voor twaalf stelsels uit het proefschrift van A.Bosma (1978) die zich niet in een cluster bevinden, dan blijkt de HI diameter van de Virgo stelsels naar verhouding gemiddeld 35% kleiner te zijn dan die van de "veld" stelsels. Over dit resultaat werd door Warmels en Van Woerden gerapporteerd op de IAU General Assembly, op een IAU symposium op Kreta en in een Cluster workshop te Parijs. Op het ogenblik wordt onderzocht welke correlaties er zijn tussen de gevonden HI diameters van de Virgo stelsels en hun verdere eigenschappen, zoals kleur, absolute helderheid en afstand tot het centrum van de cluster.

Teneinde een goede vergelijking met de HI eigenschappen van veldstelsels mogelijk te maken werden ook zestien stelsels uit deze categorie waargenomen. De reductie van deze waarnemingen en de bepaling van de radiële HI verdeling zal gelijk zijn aan die welke is toegepast op de stelsels in de Virgo cluster. Het

onderzoek aan de Virgo-cluster wordt verricht door R.H.Warmels.

3.3.4.4. De Palomar-Westerbork Survey.

In 1982 werden door B.M.H.P.Wevers de Westerbork waarnemingen van de stelsels NGC5033, NGC2403, NGC4242 en van het paar NGC4725/4747 gereduceerd. Een korte beschrijving van zijn resultaten vindt U hieronder.

Het paar NGC4725/4747 werd bestudeerd in samenwerking met R.D. Davies en P.N. Appleton van Jodrell Bank. Onderzocht is of eerdere aanwijzingen uit waarnemingen op Jodrell Bank voor het bestaan van een brug van neutraal waterstofgas door de nieuwe WSRT waarnemingen werden bevestigd. Dit bleek echter niet het geval te zijn. Desalniettemin vertonen de stelsels duidelijke sporen van een ontmoeting waarbij vooral het kleinste stelsel, NGC4747, ernstig is verstoord. Zo is de HI verdeling verschoven ten opzichte van de verdeling van het licht in dit stelsel. NGC4725 is het helderste stelsel in de Coma I wolk en is door De Vaucouleurs geclassificeerd als SAB(r)ab pec. De HI verdeling vertoont een interessante dubbele ringstructuur, waarvan de binnenste ring samenvalt met de ring van de optisch zichtbare lens. Het snelheidsveld toont aan dat NGC4725 vooral in het zuidwestelijke deel verstoord is. Het stelsel wordt gedomineerd door een grote spiraalarm die vanaf de noordkant van het stelsel helemaal via oost en zuid naar de westkant doorloopt. Uit de HI kaart blijkt dat deze arm zich vervolgens uitstrekt in de richting van NGC4747.

NGC5033 (type SA(s)c) werd al eerder door A.Bosma (1978) waargenomen, maar de huidige waarnemingen hebben een tweemaal beter scheidend vermogen. In grote lijnen worden de bevindingen van Bosma bevestigd. Wel staat het hogere scheidend vermogen nu bijv. een nauwkeuriger bepaling van de rotatie-kromme toe.

Het SAB(s)cd stelsel NGC2403 heeft een Holmbergafmeting van $29''$ bij $15''$, zodat veel details zichtbaar zijn in de WSRT waarnemingen. Het snelheidsveld blijkt, in overeenstemming met eerdere resultaten van Shostak, zeer regelmatig te zijn.

Ook NGC4242 was reeds eerder met de WSRT waargenomen, maar deze meting moest in verband met problemen in de waarnemingen worden herhaald. Een voorlopige analyse duidt erop dat de rotatiekromme in het noordelijke deel afvlakt, maar aan de zuidkant tot aan de rand toe blijft stijgen. Dit stelsel is van het type SAB(s)dm.

Het doel van deze survey is de samenhang tussen radio en optische eigenschappen van melkwegstelsels te bestuderen. Het hiervoor te gebruiken optische materiaal, fotografische platen in drie breedbandige kleuren, werd door P.C. van der Kruit opgenomen met telescopen van de Hale Observatories.

3.3.4.5. Balkspiralen.

Aan de analyse van de kinematica en dynamica van balkspiralen wordt, zoals reeds in de inleiding is genoemd, gewerkt door een vrij grote groep aan het Kapteyn Laboratorium. Naast het theoretische onderzoek, dat elders in dit verslag wordt beschreven, werd in 1982 vooral gewerkt aan de reductie en analyse van de door P.D.Atherton met TAURUS verkregen resultaten voor de duidelijke balkspiralen NGC1300, NGC1365, NGC1672, NGC1808 en M83. Ter bestrijding van de onkosten voor reizen en materiaal voor het verkrijgen en reduceren van deze waarnemingen werd door de NATO een grant toegekend. Een deel van de analyse van de gegevens werd door studenten en promovendi gedaan. Enige resultaten worden hieronder beschreven.

In NGC1365 wordt de $H\alpha$ emissielijn duidelijk waargenomen in de Seyfert I kern en in de spiraalarmen. Emissie langs de balk is sporadisch aanwezig, maar geeft in het snelheidsveld duidelijke aanwijzing voor grote afwijkingen van cirkelrotatie. De TAURUS waarnemingen (zie ook het verslag over 1981) hebben een tamelijk klein gezichtsveld bij een seeing begrensd oplossend vermogen. Er moest echter naar een bundel van ca. 12" worden versmeerd om de emissie in de balk zichtbaar te maken (fig. 3.3.18.).

In de VLA HI waarnemingen van Van der Hulst en Ondrechen wordt geen waterstofgas gedetecteerd in het gebied van de balk. Wel kunnen deze waarnemingen worden gebruikt om een model te maken van de buitendelen van NGC1365.

De waarnemingen aan M83 zijn nog zeer incompleet. Een eerste analyse geeft echter al een aantal interessante details te zien. Hiervan is een vrij grote snelheidsgradient in een arm nabij de korte as de meest in het oog lopende. Deze gradient heeft een ander teken dan uit een eenvoudige analyse voor een dichtheidsgolf zou worden verwacht. Hiervoor zijn diverse verklaringen mogelijk, welke echter nog nader onderzocht dienen te worden, mede aan de hand van betere waarnemingen. (P.D.Atherton, T.Oosterloo, R.J.Allen en G.D.van Albada).

De balkspiraal NGC1530 (SBb) is in september op 21-cm waargenomen. Er is, naast een centrale bron, continuum emissie aan het einde van de balk gevonden. Het snelheidsveld is echter vrij regelmatig: de kinematisch bepaalde sterkte van de balk zal (veel) kleiner zijn dan de lichtverdeling doet vermoeden.

3.3.4.6. Verdere TAURUS waarnemingen.

Met TAURUS is door P.D.Atherton een groot aantal verschillende objecten waargenomen. Een korte opsomming van de resultaten volgt hieronder:

- De waargenomen snelheden van het gas in de stofband in Cen A zijn zowel met inval van gas als met de aanwezigheid van de sterk "gewarpte" schijf verklaarbaar.

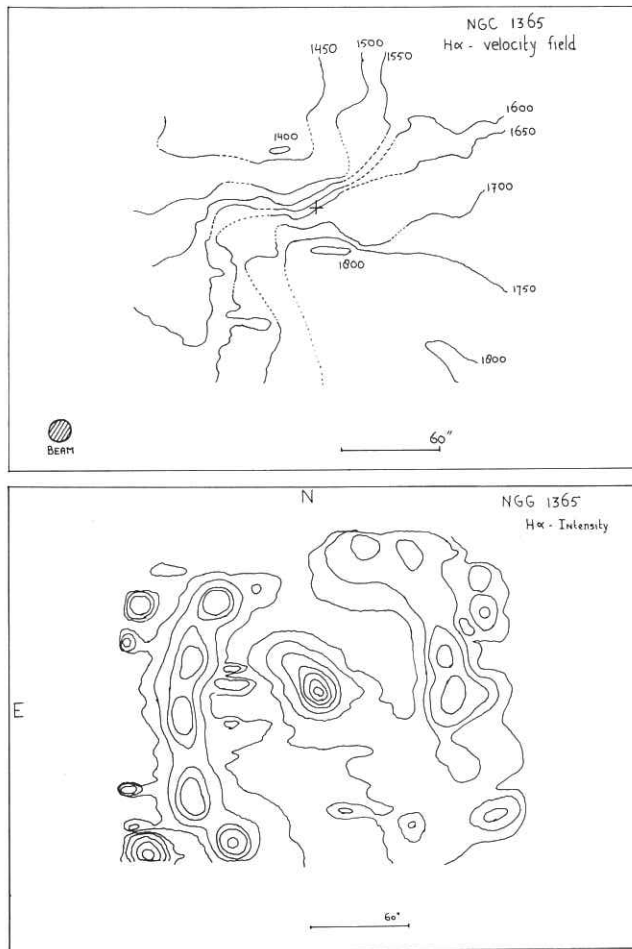


Fig. 3.3.18.

Snelheidsveld in het gebied van de balk in NGC1365 (boven), verkregen met TAURUS. Merk de grote snelheidsgradient loodrecht op de balk op (oostelijke kant), dat op een duidelijke niet cirkelvormige beweging duidt. Oplossend vermogen is 12". Dezelfde schaal als de foto in jaarverslag 1981. De H α -verdeling is onderaan gegeven.

Velocity field in the bar region of NGC1365 obtained with TAURUS (top). Note the strong crowding of velocity contours towards the bar at the eastern side, indicating large non-circular motions. Resolution is 12". Same scale as photograph in Annual Report 1981. H α -distribution is given in the bottom panel. (P.J.Teuben)

- Waarnemingen zijn gedaan aan twee ringvormige melkwegstelsels, het Wagenwielstelsel A0035-36 en het ringstelsel in Vela, 1008-3814. Het snelheidsveld van de eerste is volledig in overeenstemming met een model zoals voorgesteld door A.Toomre, met een expansiesnelheid gelijk aan 0,25 maal de rotatiesnelheid. De snelheden in het tweede stelsel zijn echter niet met zo'n model te verklaren, maar suggereren een soort gevouwen ring.
- In NGC4696, het centrale cD stelsel in de Centaurus cluster, zijn met de ontdekking in de [NII]6548Å lijn van een uitgebreide filamentachtige structuur aanwijzingen gevonden voor de instroming van gas uit het hete, röntgenstraling emitterende, medium eromheen. Hierbij vindt afkoeling van dat gas plaats.

3.3.4.7. Neutrale waterstof in de buitendelen van melkwegstelsels.

In het kader van dit onderzoek heeft K.Begeman WSRT waarnemingen aan de stelsels NGC2841 en NGC3198 gedaan. De Holmbergdiameter van NGC2841 is ca. $10''$. Zoals uit fig.3.3.19. blijkt is de HI verdeling nog weer zo'n 2,8 maal groter en vertoont een duidelijke warp. In de waterstofverdeling is een duidelijke ringstructuur te zien. De afmeting van deze ring komt ongeveer overeen met de Holmberg straal.

Ook in NGC3198 vinden we de piek in de HI verdeling nabij de rand van het optisch zichtbare stelsel, en een minimum in het centrum (fig. 3.3.20.). NGC3198 is minder uitgebreid in HI dan NGC2841, met een waterstof diameter van 1,6 maal de Holmberg diameter.

3.3.4.8. Parkes surveys van HI in sterrenstelsels.

In samenwerking met K.Reif en U.Mebold van het Max-Planck-Institut für Radioastronomie te Bonn en B. Siegman van CSIRO voltooiden W.M. Goss en H. van Woerden de publikatie van de resultaten van hun survey met de Parkes teleskoop van atomaire waterstofgas in 370 melkwegstelsels uit de Reference Catalogue. De analyse van deze resultaten wordt voortgezet.

Van Woerden en Chamaraux (Parijs-Meudon) vervolgden hun werk aan een tweede survey, ditmaal van 430 zuidelijke stelsels, waargenomen in samenwerking met W.M.Goss, U.Mebold, B.Siegman, R.B.Tully (Hawaii) en J.R.Fisher (NRAO). Een deel van de resultaten werd reeds gepubliceerd, gecombineerd met infrarode magnituden verkregen door M.Aaronson, J.Huchra en J.R.Mould.

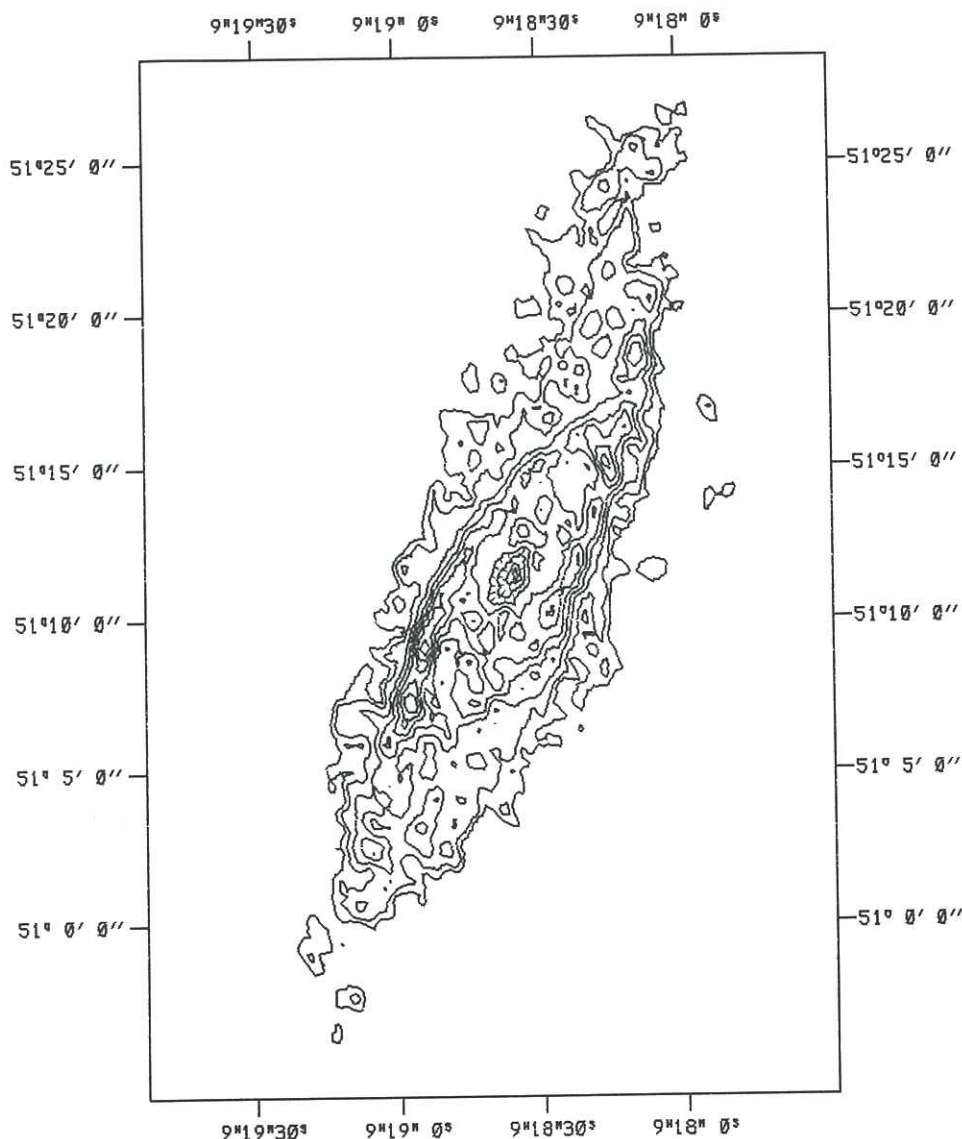


Fig. 3.3.19.

De totale HI verdeling in NGC2841. De contourwaarden zijn 1,2, 2,4, 4,8, 7,2, 9,6, 12,0, 14,4 en $16,8 \times 10^{20}$ atomen/cm². (K.Begeman, zie tekst).

The total HI distribution in the spiral galaxy NGC2841. The contours are at 1.2, 2.4, 4.8, 7.2, 9.6, 12.0, 14.4 and 16.8×10^{20} atoms/cm². The bright ring-like concentration of HI corresponds approximately to the edge of the optical galaxy. (K.Begeman)

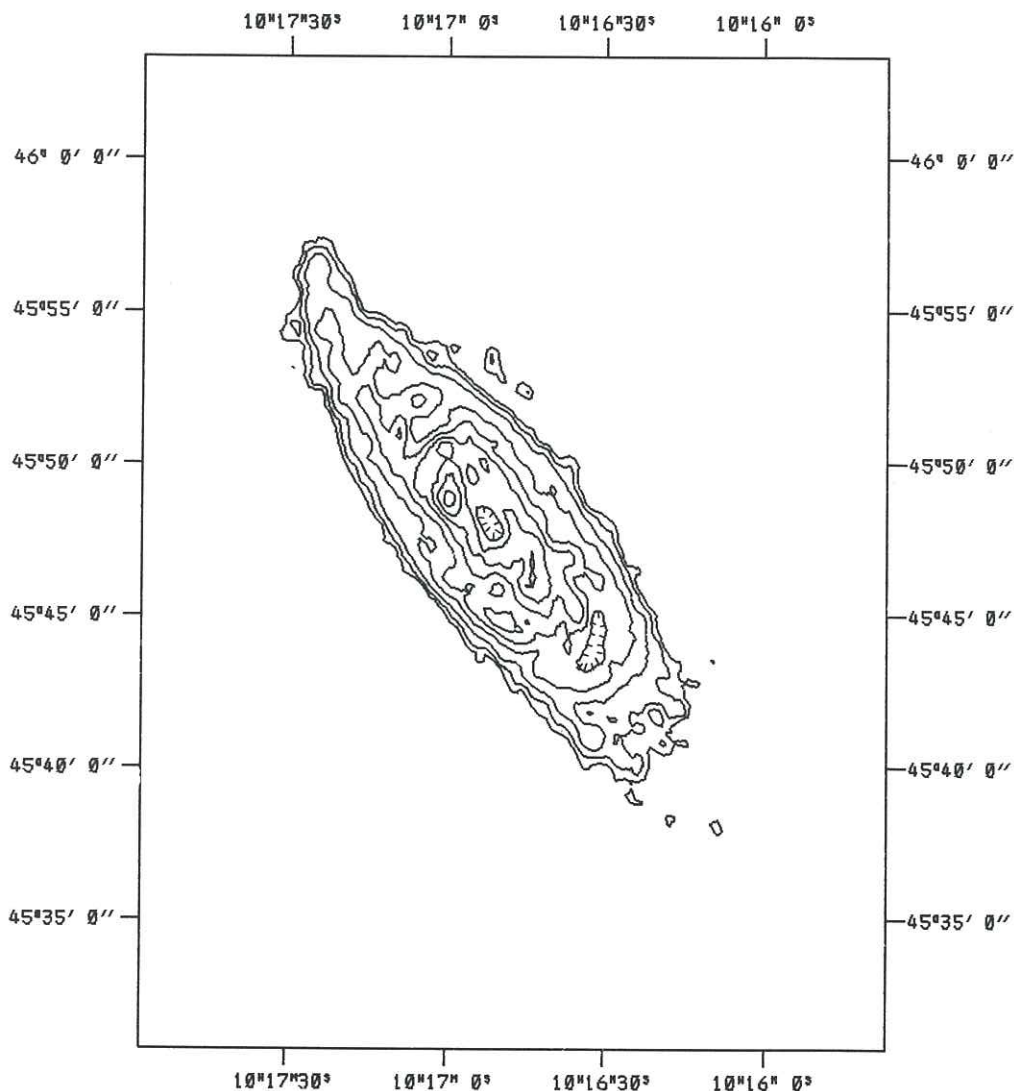


Fig. 3.3.20.

Kaart van de geïntegreerde kolomdichtheid van neutraal waterstofgas in NGC3198. De contourwaarden zijn dezelfde als die in de Engelse tekst. (K.Begeman)

Map of the integrated neutral hydrogen column density in NGC3198. The contour values are: 1,2,4,8,12,16,20,24,28 10^{20} atoms/cm². (K.Begeman)

3.3.4.9. Dwergstelsels.

J.Albinson (RZM) en H.van Woerden verkregen WSRT waarnemingen van een viertal dwergstelsels in de lokale groep, t.w. IC1613, Aquarius, Pegasus en Sagittarius. In deze stelsels kunnen oplopende vermogens van ongeveer 50 pc worden bereikt. Het doel van de waarnemingen is vooral de relatie tussen de gasverdeling en de gebieden van stervorming te onderzoeken.

3.3.4.10. Spoelvormige melkwegstelsels.

In een samenwerkingsproject van Schechter (Kitt Peak), Sancisi, van Woerden en Lynds (Kitt Peak) werden de spoelvormige melkwegstelsels UGC7576 en IIZw73 met de WSRT in de 21 cm lijn van neutrale waterstof waargenomen. Reduktie en analyse van deze waarnemingen vond plaats tijdens een drie weken durend bezoek van P.Schechter in november. Het blijkt dat het waterstofgas samenvalt met de zwakke optische component die een dunne ring of schijf vormt welke bijna loodrecht staat op de lange as van de optische heldere vroeg type component. Deze laatste component is waarschijnlijk een SO type stelsel dat wij op zijn kant zien, en niet een sigaarvormig objekt. Een artikel is in voorbereiding.

3.3.4.11. HI absorptie in radiomelkwegstelsels.

Een onderzoek naar het voorkomen van neutraal waterstofgas in radiomelkwegstelsels werd m.b.v. absorptielijnwaarnemingen met de VLA gedaan door S.Shostak, J.van Gorkom, R.D.Ekers, T.J.Cornwell (laatste drie: NRAO), W.M.Goss en R.H.Sanders. In drie zulke stelsels werd inderdaad absorptie gevonden, te weten: NGC1052, 3C293 en NGC315. Het percentage detecties is in goede overeenstemming met de aanname dat schijven van neutraal waterstofgas voorkomen in alle radiomelkwegstelsels.

3.3.4.12. "Face-on" melkwegstelsels.

Van der Kruit en Shostak voltooiden de reductie en analyse van de HI-metingen van de spiraalstelsels NGC628 en 1058 die praktisch recht van boven gezien worden. Tezamen met de eerder gepubliceerde metingen van NGC3938 complementeert dit het project om informatie te verkrijgen over de dispersie van de snelheden in het HI gas en de verdelingen van eventuele patronen van systematische z-bewegingen over een spiraalschijf. De conclusies zijn als volgt:

1. Zowel NGC628 (ScI) als NGC1058 (ScII) hebben een veel uitgebreidere HI verdeling dan optisch licht en de buitenste gaslaag heeft een andere ruimtelijke orientatie dan de

- binnendelen.
2. In geen van de drie gevallen is er over de optische schijf aanwijzing voor een patroon van systematische bewegingen in het snelheidsveld behalve dat van differentiële rotatie, geprojecteerd in de gezichtslijn.
 3. De HI-profielen geven geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van afzonderlijke gascomponenten met verschillende snelheidsdispersies en zijn altijd uitstekend weer te geven met Gauss-functies.
 4. De snelheidsdispersie is gemiddeld tussen de 7 en 10 km/s, waar de lagere waarden corresponderen met gebieden van sterke stervorming in en nabij de spiraalarmen.
 5. Met de snelheidsdispersie kan voor de zonsomgeving voorspeld worden dat de dikte van de HI laag, die volgt uit de oppervlakte dichtheid van de galactische schijf (geschat op $110 \pm 20 \text{ M}_{\odot} \text{ pc}^{-2}$), een waarde van $260 \pm 60 \text{ pc}$ tussen punten van halve maximale dichtheid moet hebben; waarnemingen geven een waarde van $300 \pm 75 \text{ pc}$, in overeenstemming hiermee.
 6. Toepassing van deze relatie -die in de zonsomgeving opgaat- tussen dikte van de HI laag, snelheidsdispersie en oppervlakte dichtheid van de oude schijfpopulatie geeft een waarde van M/L van deze populatie van 8 ± 3 (in B) in NGC891. Voor de galactische schijf vindt men 7 ± 2 .
- Dit impliceert dat slechts $1/3$ tot $1/4$ van de totale massa van een spiraalstelsel binnen de Holmberg straal zich in de schijf kan bevinden. Deze resultaten werden ook gepresenteerd tijdens IAU Symposium 100 in Besançon.

3.3.4.13. Evolutie van radiomelkwegstelsels in clusters.

W. Jaffe onderzocht aan de hand van waarnemingen verkregen met de VLA en de 200" telescoop op Mount Palomar hoe de helderheidsverdeling van radiomelkwegstelsels in clusters als functie van roodverschuiving evolueert. Hij concludeert dat vooral de zwakke en middelmatig sterke radiobronnen sterk evolueren bij rood verschuivingen tussen $z=0,3$ en $z=0,9$.

3.3.4.14. Individuele stelsels.

UGC2885.

De analyse van de 21 cm lijn gegevens aan dit stelsel werd voortgezet door P.Roelfsema en R.J.Allen. Een verbeterde rotatiekromme werd verkregen uit de lijnprofielen langs de lange as, welke het minst worden beïnvloed door bundelversmering (fig. 3.3.21.). De gevonden rotatiesnelheden stemmen zeer goed overeen met de optische gegevens van Rubin et al. De optische en radio gegevens samen geven nu een vlakke rotatiekromme te zien tot aan

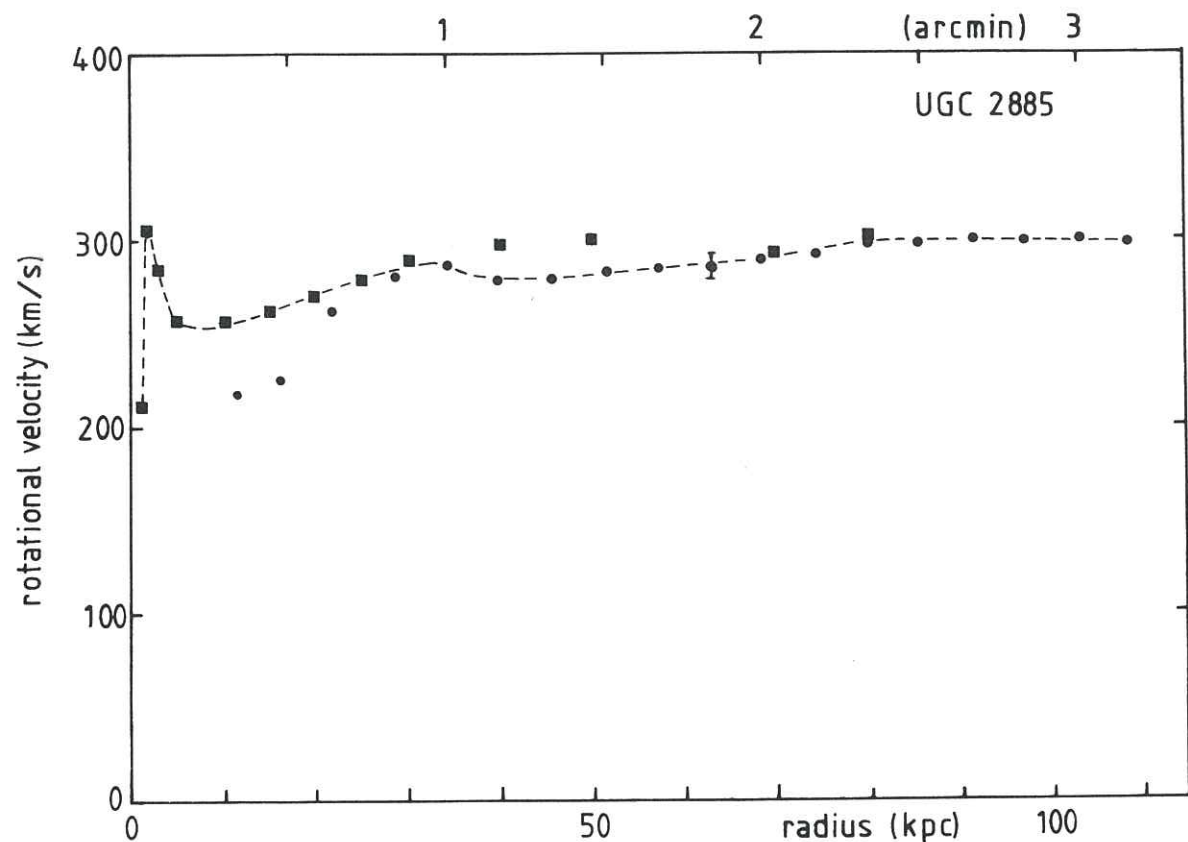


Fig. 3.3.21.

De rotatiekromme van UGC2885. Deze is samengesteld uit optische (vierkantjes, gegevens van Rubin et al.) en WSRT HI (rondjes) waarnemingen. De streepjeslijn geeft de kromme aan zoals die gebruikt is voor de interpretatie van de spiraalstructuur.

The rotation curve of UGC2885. It is based on a combination of optical (squares, data of Rubin et al.) and WSRT HI data (filled circles). The dashed line shows the rotation curve used in the interpretation of the spiral structure. (P.R.Roelfsema and R.J.Allen)

het laatst gemeten punt, 108 kpc van het centrum! In dit stelsel is duidelijk spiraalstructuur te zien tussen 10 en 80 kpc vanaf het centrum. Bezien in het licht van de Lin-Shu dichtheidsgolven theorie betekent dit dat als er slechts een enkel patroon aanwezig is, de corotatie resonantie ervan bij ca. 45 kpc moet liggen. Naar aanwijzingen hiervoor wordt gezocht. Andere verklaringen voor de spiraalstructuur, zoals meerdere gelijktijdig optredende patronen, zijn echter ook mogelijk.

NGC4472.

NGC4472 is een van de drie helderste elliptische stelsels in de Virgo cluster. HI lijnwaarnemingen van de omgeving van dit stelsel, verkregen met de Arecibo teleskoop door N.Thonnard (Carnegie Inst.) gaven enige emissie te zien, waarvan werd aangenomen dat deze afkomstig zou zijn van een nabijgelegen Magelhaens dwerg stelsel. Dit werd echter niet bevestigd door 21 cm lijn metingen verkregen met de WSRT. Analyse van beide waarnemingen tezamen gaf aan dat de emissie afkomstig is van een gebied tussen beide stelsels in (R.Sancisi en N.Thonnard).

NGC891.

Van dit stelsel werden in een projekt van R.Sancisi en R.J.Allen nieuwe WSRT 50 cm continuüm waarnemingen met een oplossend vermogen van 30" verkregen. Het doel van deze metingen is een nadere bestudering van de helderheidsverdeling in de halo van dit edge-on melkwegstelsel.

NGC4631.

De halo van dit edge-on melkwegstelsel werd enkele jaren geleden door R.D.Ekers en R.Sancisi gedetecteerd met de WSRT op 5 en 21 cm golflengte. Dit jaar is het stelsel door beide onderzoekers in samenwerking met M.Shapiro (Naval Res.Lab.) op 6 en 21 cm waargenomen met de VLA. Het doel van deze waarneming is de helderheidsverdeling en de spectrale index in de halo nader te bepalen.

NGC7241.

G.S.Shostak en N.Thonnard (Carnegie Inst.) rondten de reductie van NGC7241 af. In HI blijkt dit spiraalstelsel een verdubbeling van de lijnprofielen in het centrale gebied te zien te geven, tezamen met een sterk verstoorde HI morfologie. Getijdenwerking tijdens een recente ontmoeting zou hiervan de

oorzaak kunnen zijn, maar een "merger" lijkt waarschijnlijker.

M33.

Viallefond rondde 3 artikelen af die de radio continuum straling van M33 beschrijven. In het eerste artikel wordt NGC595 (het op een na helderste HII-gebied in M33) beschreven. De 6-cm waarnemingen van de WSRT en H_{α} oppervlakte fotometrie worden gebruikt om de extinctie in dit complex te bepalen. De conclusie is dat de extinctie voor een belangrijk deel komt door stofdeeltjes in het HII-gebied.

Het tweede artikel zal de 21-cm survey van M33 van Viallefond en Goss beschrijven. Vergelijking van de radio gegevens met optische geeft de hoeveelheid stof, en tesamen met de gemeten $[OIII]/H_{\alpha}$ geeft dit een aanvulling op de gevonden correlatie tussen deze beide grootheden in M101. Modellen voor de ionisatie binnen HII-gebieden en voor de eigenschappen van evoluerende sterclusters zijn gebruikt om aan te tonen dat de gegevens in overeenstemming zijn met Kahn's theorie dat de bovengrens van de "initial mass function" (IMF) omgekeerd evenredig is met de opaciteit van het gas.

Het derde artikel (Viallefond en Goss) zal het helderste HII gebied in M33, NGC604, behandelen. Van dit complex zijn zowel WSRT 6 cm continuum, als kaarten van de H_{α} en H_{β} emissie beschikbaar, waarmee aangetoond kon worden dat het stof binnen het HII-gebied zit.

M101.

Viallefond, Goss en Allen publiceerden hun uiteindelijke resultaat over de grote HI-HII associaties in M101. In dit 8e artikel in de bekende M101-serie suggereren zij dat de SFR (snelheid van stervorming) evenredig is aan het kwadraat van de gasdichtheid (aangenomen dat Kahn's theorie geldig is, zie M33).

IZw36 - blauwe compacte stelsels.

IZw36 is in 1982 met de WSRT op 6-cm continuum waargenomen (Viallefond). Eerdere 21-cm waarnemingen geven aan dat de continuumbron in dit stelsel een vlakke spectrale index heeft. Deze bron is optisch niet gevonden, maar komt wel overeen met de HI-kern. Een artikel (samen met Thuan van de University of Virginia) is in druk.

IC10.

G.S.Shostak en H.van Woerden voltooiden de reductie van WSRT HI-waarnemingen aan het onregelmatige stelsel IC10. Het snelheidsveld duidt op een sterk "gewarped" stelsel dat van boven gezien wordt. Enkele duidelijk aanwezige gaten, met afmetingen van enkele honderden parsecs, zijn in de HI verdeling te zien.

NGC2146.

De eerste 24" resolutiekaarten van de HI van dit stelsel, met een snelheidsresolutie van 64 km/s, zijn inmiddels geanalyseerd door G.D.van Albada en A.G. de Bruyn (RZM). Zowel NGC2146 als NGC2146A worden duidelijk gedetecteerd, maar, zoals verwacht gezien het snelheidsverschil, is geen indicatie gevonden voor interactie. Bij NGC2146 is weer de reeds uit de 50" bekende staart naar het zuiden gevonden. Een probleem bij de interpretatie hiervan is dat deze staart veel weg heeft van een incomplete grating-ring. De door Fischer en Tully gemelde noordelijke emissie heeft blijkbaar te weinig detail om haar met de huidige waarnemingen te kunnen detecteren.

NGC4258.

De resultaten van VLA waarnemingen op 20 cm aan NGC4258 werden gepubliceerd door G.D. van Albada en J.M. van der Hulst (RZM). De anormale armen en de plateau's van continuüm emissie blijken een filament structuur te bezitten. Dit lijkt in goede overeenstemming met theorieën waarbij deze worden verklaard als zijnde het gevolg van herhaalde uitstoting van materie uit de kern van NGC4258.

Nieuwe HI waarnemingen, nu met het DLB en basislijnen tot 3 km, werden aangevraagd en verkregen door G.D.van Albada, R.J.Allen en R.H.Sanders. Hiermee kan hopelijk een beter inzicht in de dynamica van het centrale deel van het stelsel worden verkregen en de hypothese dat de waargenomen afwijkingen van cirkel-rotatie het gevolg zijn van een balkachtige structuur worden getoetst.

3.3.5. Theorie.

3.3.5.1. Gasstroming in melkwegstelsels.

G.D. van Albada heeft zijn berekeningen aan de gasstroming in melkwegstelsels voortgezet. Hierbij is een aantal projecten te onderscheiden. Het grootste hiervan is een parameterstudie betreffende de gasstroming in balkspiraalen. Met het nieuwe "FS2" rekenschema, dat in uitgebreide tests zeer betrouwbaar bleek en

bovendien relatief snel loopt, is een vijftigtal verschillende modellen berekend die samen een goed inzicht beginnen te verschaffen over de omstandigheden onder welke de bekende rechte stoflanen kunnen optreden. Een probleem hierbij was dat waarnemingen en N-lichamen berekeningen een vrij lage bovengrens voor de sterkte van de balk aangeven. Eerdere gasdynamische berekeningen gaven een daarmee vergeleken veel te hoge ondergrens voor het optreden van deze stoflanen; de huidige berekeningen geven een acceptabel lage ondergrens. Wel wordt een belangrijk hogere ondergrens voor de centrale dichtheid van het stelsel gevonden. Deze lijkt echter niet onrealistisch hoog. Een voorbeeld van een berekend model vindt U in fig. 3.3.22.; zie ook fig. 3.3.23. voor sterbanen behorend bij de gebruikte potentiaal.

Een ander projekt betrof de vergelijking tussen resultaten verkregen door anderen met diverse rekentechnieken en die verkregen voor dezelfde potentialen met behulp van FS2. Er bleken vaak zeer belangrijke verschillen op te treden, wat op zijn minst aanleiding moet zijn de uitkomsten van alle gasdynamische berekeningen aan melkwegstelsels omzichtig te benaderen. Hoewel bijv. FS2 op zich redelijk betrouwbaar is, zijn de onderliggende aannamen betreffende de eigenschappen van het interstellair medium dat veel minder.

Er is een begin gemaakt met de vergelijking van theoretische modellen voor de dynamica van melkwegstelsels met de waarnemingen. Het grootste deel van de benodigde programmatuur is inmiddels geschreven en enige testruns zijn gedraaid. Publikaties zijn in voorbereiding.

3.3.5.2. N-lichamen berekeningen.

Met behulp van een door T.S. van Albada en hemzelf ontwikkeld computerprogramma wordt door T.R. Bontekoe een onderzoek verricht naar het effect van dynamische wrijving op de baan van een klein melkwegstelsel om een groot stelsel. Zoals verwacht smelten de beide stelsels vrij gauw samen. Met name wordt onderzocht hoelang dit proces precies duurt, en wat de structuur van het resulterende stelsel is. Het onderzoek is nog in volle gang en wordt waarschijnlijk in de loop van 1983 afgerond.

Door A. May wordt, sinds zijn komst uit Manchester in oktober, gewerkt aan het onderzoek van bepaalde aspecten van dissipatievrije vorming van melkwegstelsels.

W. Jaffe ontwikkelde een analytisch model voor het ontstaan van de buitenschillen van sferische melkwegstelsels. Dit model verklaart een aantal details zoals die worden waargenomen in zulke melkwegstelsels en in numerieke modellen van melkwegcollaps zoals die van T.S. van Albada. Een nevenresultaat hiervan is de ontwikkeling van een empirische formule die de verdeling van sterren in zo'n melkwegstelsel aangeeft, en welke beter is dan enige van de tot nog toe gebruikte formules.

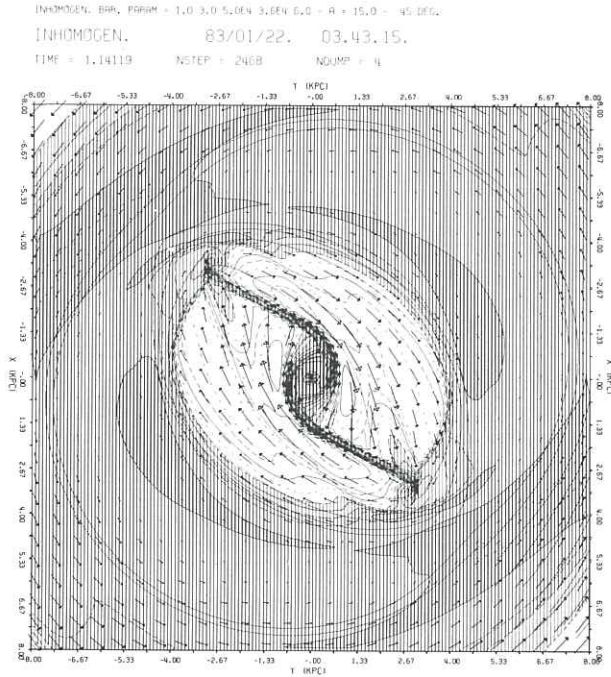


Fig. 3.3.22.

Gasdichtheitsverdeling (boven) in een van de balkmodellen van G.D.van Albada. De contouren liggen een factor wortel 2 uit elkaar; de arcering verandert steeds voor elke faktor twee in dichtheid. De balk heeft een halve lange as van 5 kpc en maakt een hoek van 45 graden met het rooster. De assenverhouding van de balk is 3:1, de tangentiële kracht is maximaal 34% van de radiale kracht. Merk de smalle rug van hoge gasdichtheid langs de balk op en de wijze waarop deze in het centrum ombuigt. Deze rug van hoge dichtheid komt waarschijnlijk overeen met de waargenomen stofbanen in balkspiraalen. Onder in de figuur vindt U de stroomlijnen en snelheidsvectoren t.o.v. een met de balk meeroterend coordinaatsysteem. Merk op dat gas dat eenmaal in de softlaan terecht komt direkt naar het centrum toestroomt.

The density distribution in one of G.D. van Albada's barred galaxy models. The contours are a factor root 2 apart; the shadowing is changed every factor two in density. The bar has a semi major axis of 5 kpc and makes a 45 degree angle with the grid. The axial ratio of the bar is 3:1 and the maximum ratio of tangential to radial force is 34%. Note the ridge of high gas density along the bar. This ridge probably corresponds to the observed dust lanes in barred galaxies. The lower frame shows the gas flow lines and velocity vectors relative to the rotating grid of the bar. Notice that any gas entering the dust lanes streams right into the center.

3.3.5.3. Sterbanen in Balkpotentialen.

P.J.Teuben verricht onderzoek aan de soorten sterbanen die in bepaalde klassen van balkachtige potentialen kunnen optreden. Hierbij wordt vooral gelet op het optreden van extra bewegingsintegralen en op gesloten banen. Het doel van dit onderzoek is na te gaan onder welke omstandigheden zelfconsistente balken kunnen bestaan. Een voorbeeld van gesloten banen vindt U in fig. 3.3.23. De gebruikte potentiaal is dezelfde als die gebruikt voor fig. 3.3.22.

3.3.5.4. Jets in radiomelkwegstelsels.

Tijdens een bezoek aan NRAO in Charlottesville werd door R.H.Sanders onderzoek verricht aan mechanismen die kunnen leiden tot de waargenomen herhaalde inperking van de expansie ("reconfinement") van jets in radiomelkwegstelsels. De verklaring voor deze reconfinement werd gezocht in het verloop van het drukverschil tussen het gas in de jet en dat erbuiten. Aanvankelijk neemt de buitendruk zeer snel af, waardoor de jet vrij kan expanderen. Hierbij neemt echter de interne druk ook af, terwijl de buitendruk op grotere afstand van de kern van het melkwegstelsel niet meer sterk verandert. Op zeker ogenblik worden de interne en externe druk weer aan elkaar gelijk, waardoor de expansie van de jet wordt tegengewerkt en de jet zelfs weer enigszins kan worden samengeperst. Hierbij treden in de jet echter sterke schokken op, die het gas erin opnieuw verhitten en zo zorgen dat de interne druk de externe druk weer overtreft. Dit proces kan zich enige malen herhalen. De schokken kunnen tevens verantwoordelijk zijn voor het tot relativistische energieën versnellen van de electronen die leiden tot de waargenomen synchrotronstraling. Een artikel hierover zal in de Ap.J. verschijnen.

3.3.5.5. Het invangen van sterren door zwarte gaten.

Onder leiding van R.H.Sanders wordt door de student W.van Oosterom een onderzoek verricht naar het invangen van sterren door zwarte gaten in de kernen van melkwegstelsels. Het blijkt dat in kernen waarin het zwarte gat de massaverdeling domineert een gemiddelde energieproductie mag worden verwacht die minstens honderdmaal groter is dan die welke in de kernen van het melkwegstelsel en de Andromedanevel wordt waargenomen. Het is echter zeer wel mogelijk dat het gas afkomstig van een door de getijdenkrachten uiteengereten ster in een veel kortere tijd in het gat verdwijnt dan de gemiddelde tijd tussen het invangen van

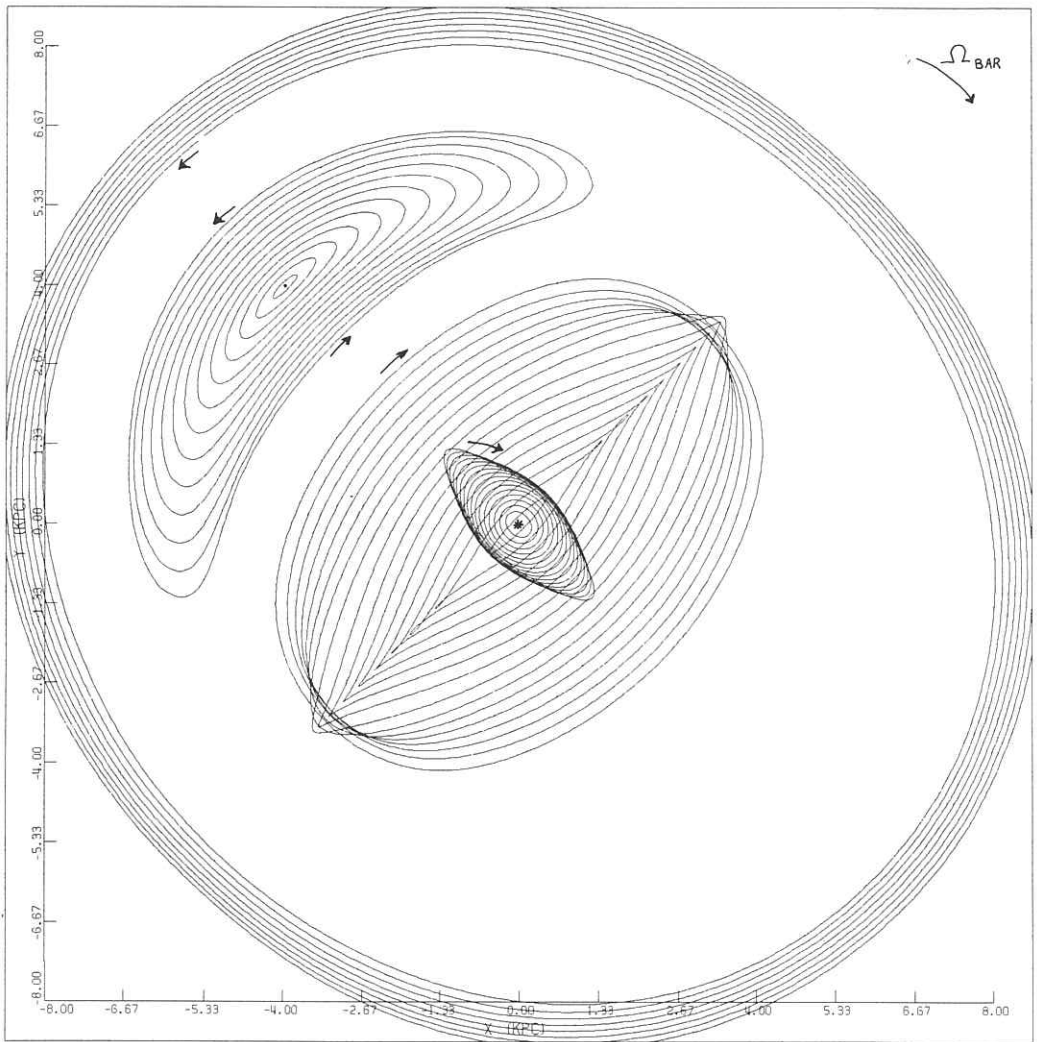


Fig. 3.3.23.

Gesloten banen in de balkpotentiaal fig. 3.3.22: In het gebied van de balk een parallelle familie en een loodrechte (alleen tussen de beide ILR), rond corotatie (6 kpc) de bananenachtige banen, daarbuiten retrograde cirkelvormige banen. Merk de discontinuïteiten in de gasstroming t.o.v. de banenfamilies op. Banen in het meeroterende frame.

Closed periodic orbits in the barred-potential of fig. 3.3.22.: In the bar region we find a parallel family and a perpendicular family (only in between the two ILR), around corotation (6 kpc) the banana-orbits, outside the retrograde circular orbits. Note the discontinuities in the gas streaming w.r.t. the different families of period orbits. Orbits are in the frame of the bar.

twee sterren. Op deze wijze zou het zwarte gas slechts zo nu en dan actief zijn en zeer veel energie produceren, terwijl het meestentijds inactief zou zijn. Zo'n gedrag kan in overeenstemming zijn met de waargenomen fraktie Seyfert kernen in melkwegstelsels.

3.4. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden.

Redaktie: P.D. Barthel.

3.4.1. Inleiding.

Het jaar 1982 zag de afronding van een radioastronomisch proefschrift, namelijk dat van E.J.A. Meurs: "The Seyfert Galaxy Population - a radio survey; luminosity functions, related objects".

De verschillende radioastronomische onderzoeksprojecten boekten flinke vooruitgang. Het betreft hier o.m. het radio-onderzoek van sterren, supernovaresten en interstellaire materie in ons eigen melkwegstelsel, alsmede de grote-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, en gecombineerde diepe radio, optische en röntgensurveys. Voor de meeste onderzoeksprojecten worden complementaire waarnemingen gedaan in andere golflengtegebieden, zoals IR, optisch, UV en röntgen, waarbij in enkele gevallen het accent zelfs minder op het radiowerk ligt. Een en ander heeft tot gevolg dat dit niet-radioastronomische maar wel daaraan gerelateerde onderzoek, ook hieronder besproken wordt.

3.4.2. Galactisch onderzoek.

Habing bestudeerde in samenwerking met B. Baud (Ruimte Laboratorium, Groningen) de statistische eigenschappen van OH/IR sterren. Op basis van een observationeel gevonden correlatie tussen de straal van de bolvormige schil van OH-emissie en de sterkte van de straling werd een verband afgeleid tussen massaverlies van de centrale ster en de OH helderheid. Dit geeft de mogelijkheid een statistiek van de grootte van het massaverlies te bepalen en dat leidde tot het postulaat dat de lichtere sterren ($\leq 8 M_{\odot}$) aan het eind van hun bestaan steeds sneller hun massa verliezen en in korte tijd het hele omhulsel afstoten dat de zwaardere omringt: OH/IR sterren zijn de overgangsvorm tussen Mira-variabelen en planetaire nevels. Een publikatie hierover is ingezonden naar Astronomy and Astrophysics.

Ook werd ingezonden een artikel over de ontdekking van een 30-tal OH/IR sterren binnen 150 pc van het melkwegcentrum en van hun radiële snelheden. Deze laten enerzijds een grote snelheidsdispersie zien nabij het centrum, anderzijds blijkt dat de sterren gemiddeld roteren. Dit was uiteraard verwacht, maar nog nooit observationeel bevestigd.

Door de student M. Wiertz werd een grote survey begonnen met de radioteleskoop in Dwingeloo van een gedeelte van het

melkwegvlak in de vier lijnen van OH bij 18 cm. De start in mei/juni mislukte door instrumentele problemen. Zeer gedegen onderzoek door de SRZM van deze problemen leidde tot verbeteringen en in oktober werd een nieuw begin gemaakt; de eerste resultaten daarvan zien er veelbelovend uit. Omdat de survey slechts een klein gedeelte van de in Dwingeloo beschikbare tijd vult werd een tweede programma gestart door de student A. Sloomaker. Daarin wordt gezocht naar OH emissie van nabije Mira variabelen - dit om enkele denkbeelden te toetsen die de student A. Leene in 1981 in zijn klein onderzoek had ontwikkeld op grond van een uitgebreid literatuuronderzoek. Van enkele sterren is thans voor het eerst overtuigd OH emissie aangetoond - maar het is nog niet duidelijk of deze ontdekkingen Leene's vermoedens nu bevestigen of ontkennen! De lopende onderzoeksprojecten met Olton en Isaacman werden voortgezet.

J. Herman rondde eind 1982 het monitorprogramma met de Dwingeloo radioteleskoop (voorlopig) af. Van een zestigtal OH/IR sterren is nu het gedrag in de tijd bekend; de meeste variëren in OH-lichtkracht over $\geq 1^m$, met zeer lange periodes (tot 2000 dagen), een aantal (~10%) is vrijwel konstant. In samenwerking met B. Baud (Ruimte Laboratorium, Groningen) werden voor 11 sterren met de VLA (New Mexico, USA) in de spectral line mode kanaalkaarten, in totaal zo'n 600, gemaakt (Fig. 3.4.1.). Combinatie met de Dwingeloo waarnemingen levert afstanden tot de individuele objecten en de 3-D structuur van de circumstellaire stofschil op. Als "bijkomstigheid" vonden zij een afstand tot het galactische centrum van 9,2 kpc. Opvallend was dat zij van het sample van 11 sterren er 5 niet konden oplossen en dat juist deze vijf nauwelijks tijdvariaties vertoonden. Ook bleken deze sterren in het IR (waarnemingen van H. Habing in samenwerking met A. Sargent, CIT) onvindbaar. Dit zou verklaard kunnen worden als deze bronnen a) zeer ver weg staan, en b) extreem rood zijn, d.w.z. zeer dikke stofschillen hebben (ofwel groot massaverlies). Zij zouden in het overgangsstadium tussen de top van de asymptotische reuzentak en de planetaire nevel kunnen zitten. VLA continuüm waarnemingen op 6 cm zijn gedaan om te zien of er reeds een geïoniseerd gebied rond de ster gevormd is, zoals dat bij planetaire nevels het geval is. Deze waarnemingen worden gereduceerd door A. Sloomaker. Ook zal getracht worden deze bronnen met langere basislijnen (MERLIN) op te lossen (in samenwerking met R. Booth - Onsala).

R. Braun zette het onderzoek van supernovaresten voort, dat eind 1981 in samenwerking met Van der Laan en Strom (Dwingeloo) gestart was. Een aantal radiowaarnemingen is gedaan in 1982 maar de reductie van deze waarnemingen is nog in een beginfase. Vijf grote (30-90 boogminuten) SNRs (DA 530, IC 443, CTA 1, VRO 42.05.01 en OA 184) zijn met de WSRT in kaart gebracht bij 50 cm golflengte. De radio-continuüm en -polarisatiestructuur zal vergeleken worden met die resulterend uit optische en röntgenwaarnemingen, teneinde driedimensionale modellen te construeren. Ook werden 21 cm HI waarnemingen met de WSRT van IC 443 voltooid, ter

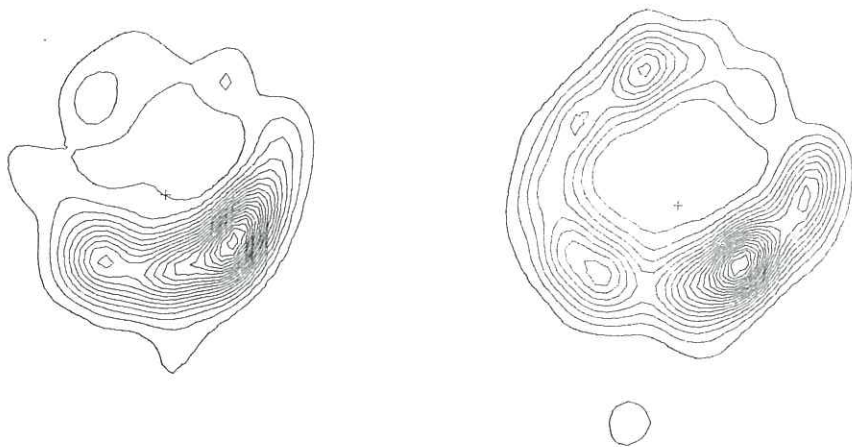


Fig. 3.4.1.

Centrale snelheidskanalen van OH 26.5+0.6 (VLA); links ch.22-31, rechts ch.32-41. Het kruisje markeert de positie van de ster.

Central velocity channels for OH 26.5+0.6 (VLA); left: ch.22-31, right: ch.32-41. The position of the star is marked by the cross.

bestudering van een aantal kleine wolken die -klaarblijkelijk door de SNR-shock versneld worden.

Een studie naar de eigen beweging van Kepler's supernova (AD 1604) is in volle gang. Dit onderzoek geschiedt in samenwerking met Dr. Ma Er (Beijing, China). 21 cm WSRT waarnemingen werden verkregen, teneinde deze te vergelijken met eerdere metingen (1971 en 1974). Tenslotte werd een WSRT-Effelsberg MkIII VLBI experiment uitgevoerd (met Schilizzi en Neff - Dwingeloo). Doel is hier het opsporen van compacte kernen in vijf SNRs (3C58, CTB80, G21.5-0.9, G124.8+1.2 en de Krabnevel).

De problemen inherent aan syntheseswaarnemingen van zeer uitgebreide radiobronnen met zwakke oppervlaktehelderheid, motiveerden Braun om software te ontwikkelen waarmee een en ander verbeterd zou kunnen worden. In de eerste plaats werd een programma geschreven om een maximum-entropie reconstructie van een syntheseskaart en antennepatroon te genereren, gebruikmakend van het efficiënte Skilling & Gull (Cambridge) algoritme. Dit programma zal begin 1983 voor algemeen gebruik gereed zijn. In de tweede plaats werkt Braun aan een zelfcalibratieprogramma voor de reductie van WSRT-waarnemingen in Leiden.

Burton en Liszt (NRAO) vervolgden hun onderzoek naar de eigenschappen van galactische moleculaire wolken. Waarnemingen van de isotoop ^{13}CO in een gedeelte van het melkwegvlak werden voltooid (Kitt Peak). Een (wolk tot wolk) snelheidsdispersie van 4 km/s werd afgeleid. De kinematica en ruimtelijke verdeling van gas in de kern van het Melkwegstelsel vormden het onderwerp van verschillende studies. Burton en Liszt produceerden een atlas van HI profielen over het gebied $349^{\circ} < l < 13^{\circ}$, $-10^{\circ} < b < 10^{\circ}$ (Green Bank 140 ft). Burton en Liszt voltooiden hun survey van de ^{12}CO verdeling in de binnenste paar honderd pc. De waarnemingen beslaan het gebied ($2'$ rooster) $-20' < l < 50'$, $-15' < b < 30'$. Een nieuw geïdentificeerd, opmerkelijk moleculair gebied strekt zich uit van de richting van de kern tot tenminste $l \sim 50'$, $b \sim 20'$. De analyse hiervan wordt voortgezet.

Burton en Liszt, van der Hulst (SRZM) en Ondrechen (Minnesota) bestudeerden de HI absorptie voor SgrA, gebruikmakend van de VLA ($12''$ hoek- en 6 km/s snelheidsresolutie). Ter vergelijking werd ook de ^{12}CO -emissie ($45''$ rooster) in de buurt van SgrA waargenomen (NRAO 36 ft). Het verband tussen de HI absorptie en kolomdichtheidsvariëaties in de moleculaire wolken is duidelijk. Enige jaren geleden startte Burton een survey van galactische HI met $|b| < 22^{\circ}$. De student Te Lintel Hekkert voltooide deze metingen (NRAO 140 ft). Het standaard NRAO reductiepakket voor lijnmetingen POPS werd door Te Lintel Hekkert op de PDP-11 gezet, met enige belangrijke verbeteringen. Vrijwel alle profielen zijn thans gereduceerd.

Burton en de student Verschoor bestuderen het voorkomen van mogelijke superschillen in deze gegevens.

3.4.3. Extragalactisch onderzoek.

Radio- en optisch onderzoek aan het stelsel M31.

I. Continuum-straling op 610 MHz.

Door Schwering is het werk aan de survey op 610 MHz van M31 voortgezet. Volgens dezelfde methode als bij de 21 cm lijn survey zijn de definitieve kaarten van de drie afzonderlijke velden gecombineerd tot een veld, waarop alleen de uitgebreide emissie van het stelsel nog zichtbaar is. Hoewel deze kaart kwalitatief een goede indruk geeft van de 50 cm emissie, bleek dat er toch nog problemen waren met de korte basislijnen.

Uitgebreide tests hebben nog niet tot bevredigende resultaten geleid, hoewel het er sterk op lijkt dat de oorzaak gezocht moet worden in problemen met het nul-niveau in de Bonn-kaarten.

II. Continuum radiostraling op 1415 MHz.

Walterbos zette in 1982 de reductie en analyse van de 21 cm Westerbork radio continuum waarnemingen van M31 voort. Aangezien hij ook een groot deel van de tijd aan de reductie van optische gegevens besteed heeft (zie IV) zijn de 21 cm gegevens nog niet helemaal gereed voor publikatie, maar alle belangrijke reductiestappen zijn nu wel uitgevoerd.

In februari werd op de M31-workshop te Nijmegen een voorlopige spectrale index-kaart (tussen 49 en 21 cm) gepresenteerd die gebaseerd was op alleen de gecleande Westerbork gegevens. Door het ontbreken van de 0 en 18 m basislijn in deze datasets was deze kaart nog niet helemaal betrouwbaar. De spectrale indexverdeling kan gebruikt worden om de niet-thermische emissie (synchrotronstraling) te scheiden van de thermische emissie (HII gebieden). Voor een betrouwbare spectrale index kaart en ook voor bestudering van de zwakke, sterk uitgebreide emissie in het algemeen, is aanvulling van de korte basislijnen (0 en 18m) via metingen met een grote, enkelvoudige telescoop onontbeerlijk (zie ook jaarverslag 1981). Voor de 21 cm Westerbork gegevens waren daartoe 17,4 cm metingen van de 100 m radiotelescoop te Effelsberg voorhanden, die beschikbaar werden gesteld door R. Beck van het Max-Planck-Institut für Radioastronomie te Bonn. De ontbrekende basislijnen werden uit de 17,4 cm metingen gefilterd en door een schaaalfactor (spectrale index correctie) met de Westerbork metingen in onverenstemming gebracht. Deze procedure was zeer succesvol.

Voor het aanvullen met korte basislijnen werden eerst nog Stokes Q, U en V kaarten gemaakt van alle vijf velden om te zien of er gepolariseerde emissie aanwezig was. Alleen in het centrale veld werd lineair gepolariseerde emissie gevonden in de kern van M31 en in enige gedeelten van de emissiering, maar door instrumentele effecten konden geen betrouwbare kwantitatieve

resultaten verkregen worden.

In samenwerking met R. Gräve van het Max-Planck-Institut für Radioastronomie te Bonn werd een studie van de radiocontinuum emissie van het kerngebied ($\sim$ binnenste 2 kpc) gemaakt over het frequentiebereid 0,610-10,3 GHz. Het voornaamste resultaat is dat het spectrum steil is ($S_{\nu} \propto \nu^{-0.8}$) over dit gehele bereik, dus er wordt geen of zeer weinig thermische emissie uitgezonden. Dit betekent dat er geen stervorming meer plaatsvindt in de kern van M31, zoals ook al bleek uit andere gegevens, nl. het ontbreken van neutraal en moleculair gas en van jonge, massieve sterren in de kern.

Als laatste stap in de reductie werden de afzonderlijke (punt)bronnenlijsten van ieder veld gecombineerd tot een lijst met in totaal ongeveer 250 bronnen. De meeste van deze bronnen zijn ver-extragalactische achtergrondbronnen en hebben niets te maken met M31. Wel werden enige optisch geïdentificeerde supernovaresten gedetecteerd, evenals een aantal HII gebieden. De lijst bevat alleen bronnen sterker dan vijfmaal de rms ruis. De verwachting is dat veel bronnen in M31 zelf beneden deze limiet liggen en aan de hand van optisch geïdentificeerde HII gebieden en supernovaresten zal in de nabije toekomst ook een lijst met radiogegevens voor deze objecten gemaakt worden.

III. HI survey van M31.

In het afgelopen jaar is het accent van het werk aan de 21 cm HI lijn survey van M31 (Brinks) geleidelijke verschoven van datareductie naar analyse van de gegevens. In de eerste periode van dit verslagjaar zijn de kaarten van de vijf verschillende surveyvelden gecombineerd (zie ook in jaarverslag 1981). Er zijn nu verschillende sets kanaalkaarten beschikbaar zowel op volle resolutie als versmeerd en gecorrigeerd of ongecorrigeerd voor de primaire bundel verzwakking. De kanaalkaarten, versmeerd naar vier maal de originele resolutie en ongecorrigeerd voor de effecten van primaire bundel verzwakking, d.w.z. met een nagenoeg uniforme ruis, zijn gebruikt om maskers te definiëren, die zo precies mogelijk de HI isoleren van de rest van de kaart. Bij het maken van deze maskers wordt uitgebreid rekening gehouden met de correlatie tussen buurkanalen. Deze maskers zijn toegepast op alle andere sets kanaalkaarten. Dit levert de definitieve set kanaalkaarten, die verder gebruikt worden voor de analyse van de gegevens, nl.: 147 kaarten op volle resolutie, $24'' \times 36''$ (80×120 pc), met een $4,1 \text{ km s}^{-1}$ stap tussen de kanalen en een resolutie van $8,2 \text{ km s}^{-1}$ zowel met als zonder correctie voor de primaire bundel verzwakking en sets op lagere resolutie met en zonder primaire bundel correctie.

De enorme hoeveelheid gegevens leent zich niet zo eenvoudig voor verdere inspectie. Een eerste indruk van de waterstof verdeling wordt gegeven door de totale waterstof dichtheidskaart (zie figuur 3.4.2.). Deze laat zien, dat de waterstof zich vooral

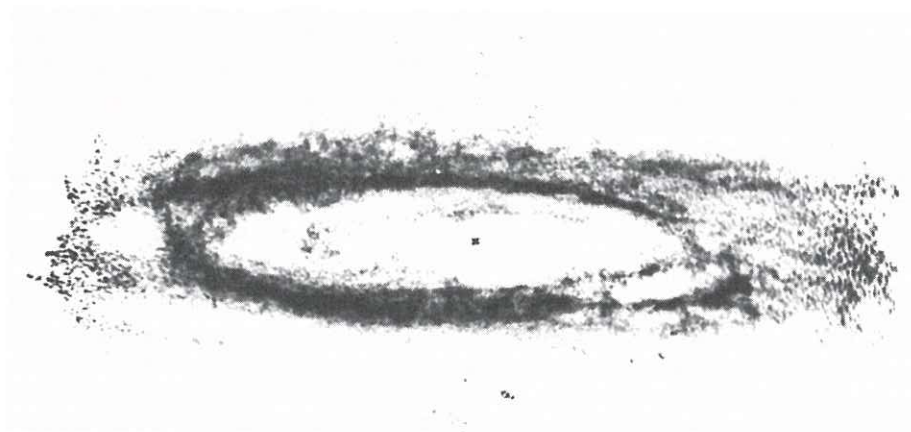


Fig. 3.4.2.

Totale waterstofdichtheidskaart van M31 op volle resolutie (24"x36"). Noord is links. Het kruisje geeft de kern van het stelsel aan. Doordat de survey incompleet is in het uiterste noorden en zuiden, neemt de ruis daar sterk toe.

Total HI surface density map at full resolution (24"x36") of M31. North is to the left. The cross indicates the nucleus. Due to the incomplete coverage of the galaxy the noise increases rapidly in the North and South.

in een ring rond 10 kpc bevindt. Het binnengebied is relatief leeg. De ring van HI is sterk gecorreleerd met HII-gebieden, stof, OB-associaties etc. Hoewel de snelheidsprofielen in M31 bijna overal complex zijn, d.w.z. dat er meerdere snelheden langs de gezichtslijn aanwezig zijn, geeft een gemiddelde snelheidskaart een redelijke indruk van de grootschalige bewegingen in het stelsel (zie figuur 3.4.3.).

Meer inzicht in de snelheidsverdeling krijgt men door positie-snelheidsdiagrammen te maken, bijv. langs de grote en kleine as van het stelsel. De positie-snelheidskaart langs de grote as is een eerste orde benadering van de rotatiekromme van het stelsel en laat duidelijk de aanwezigheid van meerdere snelheidscomponenten zien, nl. de warp en de schijf van M31 (zie figuur 3.4.4.). De doorsnede op de korte as laat zien, dat er niet alleen sprake is van een pure cirkelbeweging van het gas. Vooral in het gebied binnen 5 kpc treden hoge snelheden op in de HI, die wijzen op een meer complexe structuur rond de kern. (zie ook jaarverslag 1981).

De video opnamen, die vorig jaar gemaakt zijn op het GIPSY-systeem van het Kapteyn Laboratorium in Groningen, bleken zo waardevol, dat werd besloten om van de definitieve dataset een 16-mm film te maken. In samenwerking met Shostak (Groningen) zijn filmopnamen gemaakt van o.a. de kanaalkaarten op volle resolutie en positiesnelheidsdiagrammen evenwijdig aan de lange en aan de korte as, gemaakt uit kaarten op lagere resolutie. Deze film is getoond op een aantal conferenties, die afgelopen zomer zijn gehouden en is beschreven in de "Proceedings" van een van die bijeenkomsten.

Door de grote hoeveelheid aan gegevens en hun complexe structuur bleken de standaardmethodes, die gebruikt worden voor analyse van lijngegevens niet toereikend. Met Hoekema is gewerkt aan de uitbreiding van een aantal programma's die het mogelijk maken om structuren in positie-snelheidsdiagrammen te isoleren en weer terug te transformeren naar kanaalkaarten. Een eerste poging om de warp van M31 te scheiden van de schijf is geslaagd en ziet er veelbelovend uit.

De komst van Bajaja (Argentinië) voor een jaar betekende een versterking van het team, dat aan M31 werkt. In de eerste maanden van zijn verblijf is het artikel gebaseerd op de HI waarnemingen van het centrale veld van M31, die nog gedaan zijn met de oude lijnontvanger, afgerond in samenwerking met Shane (Nijmegen). Dit artikel is inmiddels in druk verschenen. Met Brinks is daarna een begin gemaakt aan de studie van verschillende aspecten van het interstellair medium van M31, zoals de gas-stof verhouding in het stelsel en de verdeling van de HI, met name de aanwezigheid van vele gaten. Informatie over de stofverdeling in M31 wordt verkregen door de verkleuring van bolclusters te meten. Uit de literatuur is een lijst van 340 bolclusters samengesteld, waarvan de verkleuring $E_{(B-V)}$ bekend is. Op een statistische manier is deze verkleuring te koppelen aan de gemeten HI gasdichtheid.

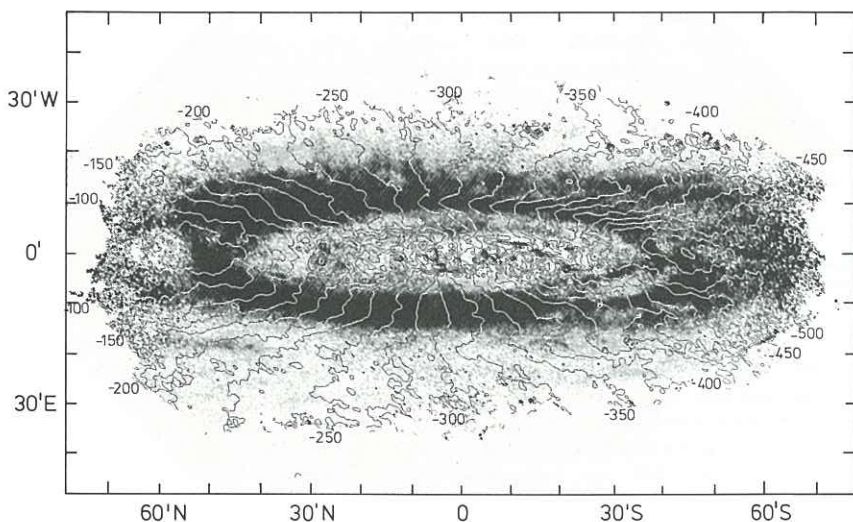


Fig. 3.4.3.

Totale waterstofdichtheidskaart van M31 op volle resolutie, gecombineerd met het gemiddelde snelheidsveld dat gebaseerd is op versmeerde gegevens. Het contour interval tussen de contouren van constante snelheid is 25 km/s.

Total HI surface density map at full resolution of M31, with the mean velocity field, obtained after smoothing the data, superimposed. Iso-velocity contours are drawn at 25 km/s intervals.

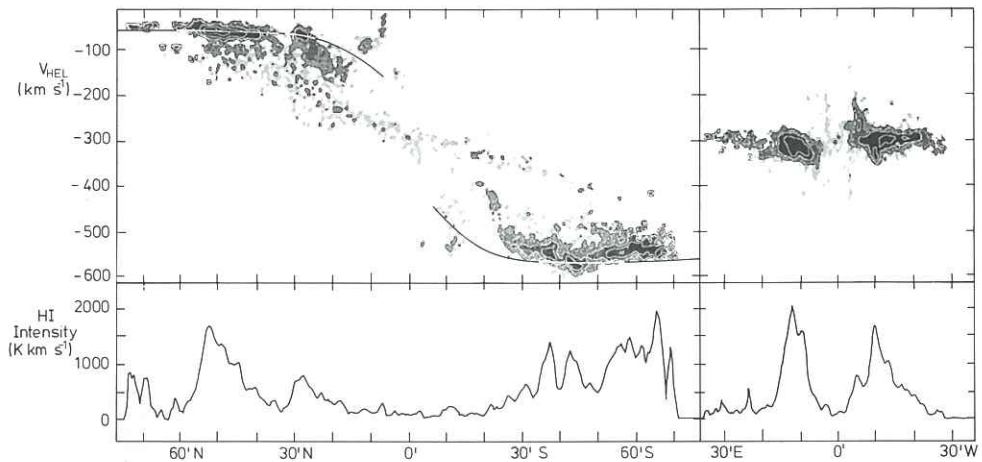


Fig. 3.4.4.

Linksboven: positie-snelheidskaart langs de lange as van M31. Contourniveaus 2,5, 5, 10 en 25K. De getrokken lijn is gebaseerd op een gemiddelde rotatiekromme samengesteld uit optische en radiogegevens. Rechtsboven: positie-snelheidskaart langs de korte as. Contourniveaus als boven. Linksonder: profiel langs de lange as door de totale waterstofdichtheidskaart. Door de beperkte bedekking van M31 neemt de ruis aan de uiteinden sterk toe. Rechtsonder: profiel langs de korte as.

Upper left: position-velocity map along the major axis of M31. Contour levels are at 2.5, 5, 10 and 25 K. The thick line is based on a mean rotation curve from combined optical and radio data. Upper right: position velocity map along the minor axis, same contour levels as above. Lower left: intensity profile along the major axis through the total HI surface density map. Due to the limited coverage of the galaxy the noise increases rapidly at the ends of the profile. Lower right: intensity profile along the minor axis.

De fijnstructuur in de HI verdeling, zoals de gaten, schillen, filamenten etc. levert een ongekende rijkdom aan informatie. Er is op dit moment een lijst van 300 gaten of schil-achtige structuren samengesteld. Van elk object zijn positiesnelheidsdiagrammen, doorsneden door de totale waterstofkaart, doorsneden door de 21 cm continuüm kaart (Walterbos) en spectra geproduceerd. Er is begonnen met de classificatie van deze objecten en met een vergelijking met andere objecten zoals OB-associaties, HII-gebieden, open sterrenhopen etc. Vele tientallen programma's zijn aangepast en ontwikkeld (Bajaja) om de grote stroom gegevens efficiënt te verwerken.

Burton startte in samenwerking met Brinks een programma ter modellering van de hiervoor beschreven HI emissie in M31.

IV. Oppervlaktefotometrie van M31.

In samenwerking met R.C. Kennicutt van de Universiteit van Minnesota is R. Walterbos begonnen met het digitiseren en calibreren van fotografische platen van M31 in vier kleurenbanden (U, B, V en R). Het betreft opnamen die in september 1981 zijn gemaakt met de Burrell Schmidt teleskoop te Kitt Peak. Deze teleskoop heeft een zodanige plaatschaal ($96''$, 6 mm^{-1}) dat het stelsel op één plaat past en het gebied dat gedigitiseerd moet worden een acceptabele, zij het nog steeds zeer grote, afmeting heeft. Daardoor is het mogelijk het hele stelsel met vrij hoge resolutie ($\sim 8''$, $\sim 25 \text{ pc}$ op 690 kpc afstand) te fotometreren. Analyse van de gegevens zal geschieden in samenhang met de uitgebreide set radiogegevens van vergelijkbare resolutie, terwijl ook IRAS waarnemingen zijn aangevraagd voor bestudering van stervormingsgebieden en de verdeling van het stof.

Tijdens het bezoek van Kennicutt deze zomer aan de sterrewacht is gewerkt aan de voornaamste basisreduktiestappen die de optische gegevens moeten ondergaan, nl. het densitometreren van de platen met de Astroscan en het calibreren van de densiteit schaal naar een magnitude schaal. Relatieve calibratie geschiedt d.m.v. op de plaat geprojecteerde sensitometer spots met een bekende intensiteitsverhouding. Het nulpunt van de calibratie wordt bepaald uit reeds gepubliceerde fotoëlectrische scans in dezelfde of vergelijkbare kleuren. De eerste resultaten waren zeer veelbelovend. Controle in de U, B en R banden toonde aan dat de fotografische, fotometrie nauwkeurig is binnen ca. $0^{\text{m}}.1$ over een oppervlakte helderheidsbereik van 7-9 magnituden. Na de zomer werd begonnen met een systematische controle van al het plaatmateriaal. Vergelijking op de COMTAL van een gedigitiseerde plaat in het blauw (zie figuur 3.4.5.) met de geïntegreerde waterstofverdeling bepaald door Brinks (zie III) vertoonde een verbluffende correlatie tussen de verdeling van het neutrale gas en de verdeling van het stof. Via image processing technieken probeert Walterbos deze correlatie kwantitatief te maken, door het stof te isoleren van het sterlicht.

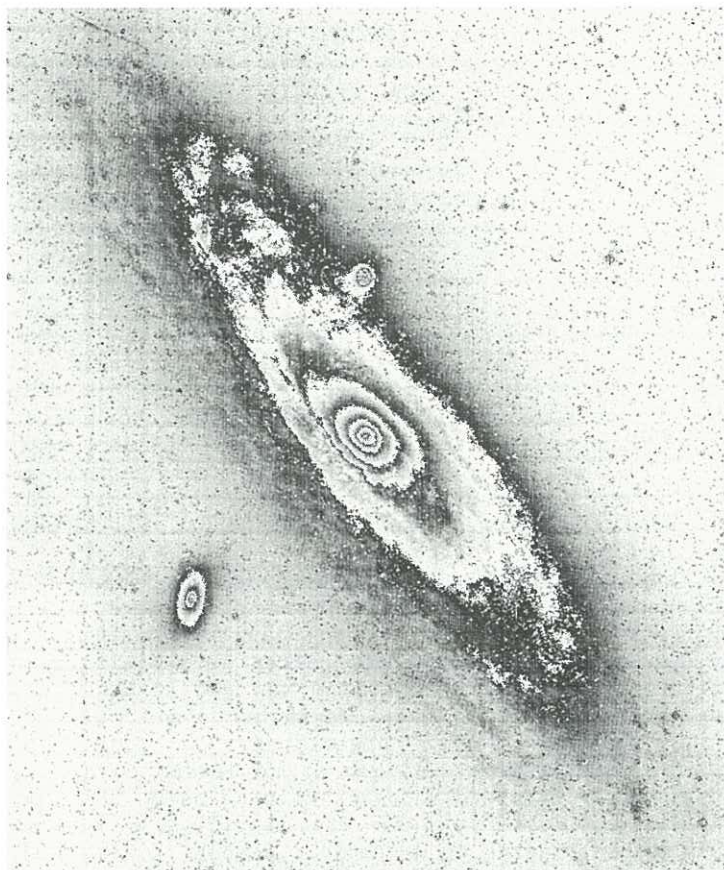


Fig. 3.4.5.

Voorbeeld van een gedigitiseerde plaat (B band) van M31. De eenheden van de kaart zijn nog in densiteiten. De grijschaal herhaalt zichzelf na 10 niveaus en begint bij $D=1,5$. De stapgrootte tussen de niveaus is steeds 0,05. Deze stapgrootte verhuult emissie op niveaus vlak boven de hemelachtergrond: in werkelijkheid gaat de plaat dieper dan de figuur toont. Let op de draaiing van de isofoten in de "bulge" van M31 en in de elliptische begeleider NGC205 (rechtsboven).

Example of a digitized plate (B band) of M31.

Lijnwaarnemingen van andere melkwegstelsels.

Burton, van der Hulst (SRZM), Israel (ESTEC) en Walterbos hebben met de WSRT de λ 21 cm emissie van M33 waargenomen. Men verwacht deze gegevens even grondig als bij M31 (Brinks, Walterbos, Bajaja) te analyseren.

De nieuwe HI lijn WSRT waarnemingen van het "Sombrero"-stelsel NGC4594 zijn gereduceerd in Nijmegen door W.W. Shane en G. van de Burg. Bajaja ontwikkelde programmatuur om een model van de HI verdeling en -kinematica van dit stelsel te construeren. Een model bestaande uit twee HI ringen met vergelijkbare rotatiesnelheden bleek de positie-snelheidswaarnemingen goed te reproduceren.

Bosma begon, in samenwerking met Dr. E. Athanassoula (Observatoire de Besançon) aan een onderzoek naar de potentiaalverdeling in balkspiraalen, voorzover die kan worden afgeleid uit de waarnemingen. Platenmateriaal verkregen te Mt. Stromlo, CTIO en tijdens een waarneemreis in februari naar de CFHT in Hawaii samen met Dr. Athanassoula werd gedigitiseerd m.b.v. de Astroscan. Een softwarepakket ter verwerking van dit soort gegevens werd overgenomen van Van der Kruit uit Groningen en aangepast aan de Amdahl computer.

Een softwarepakket om de potentiaal te bepalen uit een dichtheidsmatrix in een poolcoördinatensysteem werd verkregen van Dr. J.A. Sellwood (Cambridge) en ook aangepast aan de Amdahl. De student Van Waardenberg heeft dit pakket verder uitgetest en ook een conversieprogramma ontwikkeld om van een rechthoekig rooster naar een polair rooster te gaan. Tegen het einde van het jaar kon de eerste testfase worden afgesloten. De bedoeling is om realistische potentiaalverdelingen af te leiden en die verder te analyseren m.b.v. baanberekeningen. Hiertoe heeft Bienayme (sedert eind oktober in Leiden op een ESA beurs) zijn programma voor baanberekeningen opgezet op de Amdahl. Gehoopt wordt nader inzicht te verkrijgen over het al dan niet voorkomen van ringen in een balkspiraal.

Teneinde ook gegevens over de kinematica te verkrijgen van de onderhavige stelsels worden 21-cm lijnwaarnemingen verricht m.b.v. de WSRT en de VLA. VLA gegevens van de balkspiraal NGC1398 werden geanalyseerd op de Amdahl en het Groningse GIPSY systeem. Er is geen gas in de balk en ook niet in sommige gebieden buiten de ring rond de balk, maar wel in de buitengebieden van het stelsel. Daardoor kan er alleen een betrouwbare rotatiekromme worden bepaald. Wel geeft de waargenomen gasverdeling aan dat de balk een regulerende invloed heeft op de schijf. Verder worden WSRT waarnemingen verkregen van NGC2217 en NGC4274 (balkspiraalen met ringen) en NGC's 7217, 3344 en 3642 (gewone spiralen met ringen). De analyse van deze gegevens werd laat in het verslagjaar ter hand genomen.

Bosma zette zijn onderzoek naar schijfstelsels met lichtzwakke schijven voort. Een artikel in samenwerking met Dr. K.C. Freeman (Mt. Stromlo) hierover werd afgerond. Het onderzoek spitst zich nu toe om het verband te begrijpen tussen het voorkomen (en de vorming) van een lenscomponent en het voorkomen van een lichtzwakke schijf. In samenwerking met Athanassoula, Van der Hulst (Dwingeloo) en Strom (Kitt Peak, nu Amherst) werden WSRT 21-cm lijnwaarnemingen verricht aan NGC5963. Deze gegevens werden laat in het verslagjaar geanalyseerd m.b.v. GIPSY en leveren aanleiding tot verder theoretisch onderzoek, te verrichten door Athanassoula.

Voorts werden artikelen afgesloten over Fornax A en over Fleurs waarnemingen aan nabije zuidelijke melkwegstelsels, en WSRT waarnemingen verricht aan dwergstelsels (samen met Dr. J. Kormendy, Victoria) en aan NGC3486 (samen met Dr. R.C. Kennicutt, Minnesota).

Stelsels met actieve kernen.

Het radio-onderzoek van Seyfertstelsels door Meurs mondde uit in zijn proefschrift "The Seyfert Galaxy Population". Van de huidige reeks waarnemingen op λ 21 cm continuum verscheen de derde en voorlopig afsluitende publicatie in druk. In dit artikel namen Wilson (Maryland) en Meurs een overzichtstabel op waarin al die waarnemingen die tot dit projekt gerekend kunnen worden, gerangschikt zijn naar rechte klimming. In de zomer is nog wel een aantal Seyferts waargenomen, om in de nabije toekomst een nog vollediger beeld van de radio-eigenschappen van een verzameling Seyfertstelsels te kunnen geven. In het proefschrift wordt het verkregen materiaal geanalyseerd in termen van optische- en radio-lichtkrachtfuncties. Om deze lichtkrachtfuncties af te leiden is een verzameling Markarian Seyferts genomen waarin incompleetheidseffecten bepaald konden worden. Optische- en radio gegevens zijn voor deze objecten voorhanden. Eerst is de optische LF afgeleid, die een verbetering is op eerder bepaalde functies. Naar grote lichtsterktes toe laten ook lichtkrachtfuncties de overgang van Seyferts naar optisch geselecteerde quasars zien (Fig. 3.4.6.). In het overgangsgebied draagt de helderheid van de Seyfertkernen kennelijk zoveel bij tot de totale magnitude dat stelsels met de grootste lichtsterktes niet meer voldoen aan de door Schechter bepaalde LF voor veldstelsels.

Na constructie van een radio-optische bivariate LF kan, door combinatie met de reeds bepaalde optische LF, de radio LF afgeleid worden. Ook de radio LF is vergeleken met andere, bestaande radio LF's (Fig. 3.4.7.), waarbij evenals voor de optische LF's (zie Fig. 3.4.6.) veel aandacht is gegeven aan mogelijke systematische verschillen in de observationele parameters bij verschillende auteurs. De Seyferts nemen een interessante positie in tussen de centrale delen van spiraalstelsels en de optisch geselecteerde

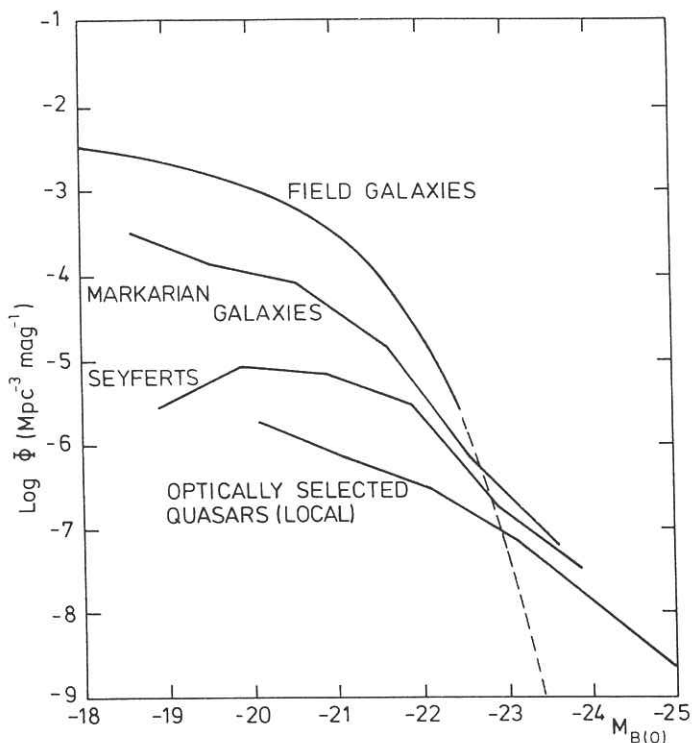


Fig. 3.4.6.

Optische lichtkrachtfuncties voor enige, mogelijk verwante, klassen objecten. De lichtkrachtfuncties voor Seyferts is hier voor het eerst afgeleid. De functie voor de veldstelsels is gebaseerd op de bepaling van Schechter; het onderbroken gedeelte is een extrapolatie daarvan. Naar grote lichtsterkten toe nemen de Seyferts in dit diagram een positie in die eerder vergelijkbaar is met quasars dan met gewone sterrenstelsels.

Optical luminosity functions for some, probably related classes of objects. The LF for Seyfert is for the first time given. Towards greater luminosities Seyferts conform more with quasars than with normal galaxies.

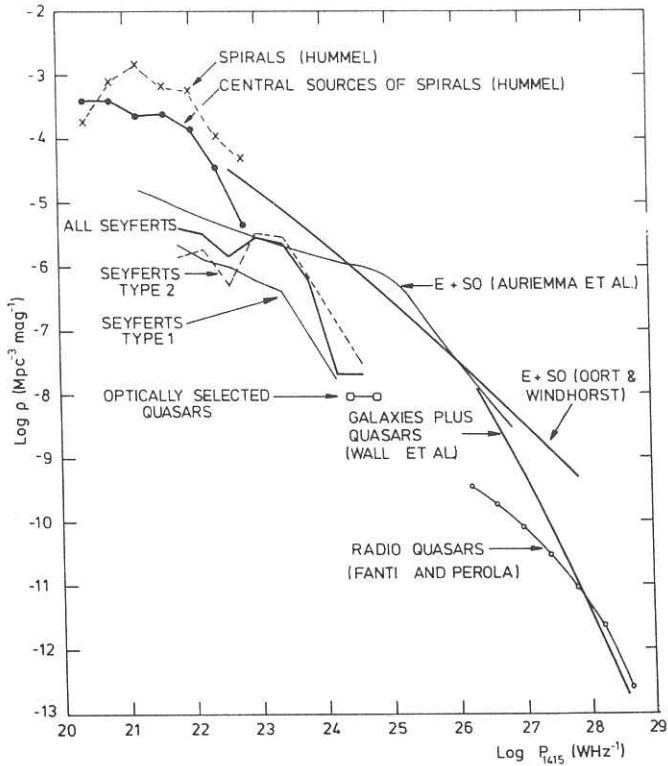


Fig. 3.4.7.

Lokale radio-lichtkrachtfuncties voor verschillende klassen objecten. Nieuw zijn hier de funkties voor Seyferts en voor optisch geselecteerde quasars. De Seyferts blijken een positie tussen gewone sterrenstelsels en optisch geselecteerde quasars in te nemen.

Local RLF's for different classes of objects. Note again (cf. Fig. 3.4.6.) the position of the Seyferts.

quasars en wellicht radioquasars.

Jägers en Meurs (Heidelberg) reduceerden λ 49 cm waarnemingen van twee Seyferts (Mkn 6 en 231) waarvan op λ 21 cm met de 1,5 km WSRT uitgebreide structuren gevonden zijn. Mogelijk zullen deze ook in de λ 49 cm waarnemingen te herkennen zijn. Dit is zeker het geval bij een 12-uurs λ 49 cm waarneming van het interessant BL Lac object Mark 180.

Van der Laan en de Poolse gast Zieba (Jagiellonische Universiteit, Krakau) begonnen een studie van zeer heldere compacte radiobronnen met de WSRT in "high-dynamic-range redundancy mode". De waarnemingen werden in november 1981 voltooid en Zieba keerde naar Polen terug begin december 1981. Voor de reductie was een reeks programma's nodig die door Ir. Noordam (SRZM) werden ontwikkeld in de loop van 1982. In oktober 1982 keerde Dr. Zieba terug naar Leiden om daar en te Dwingeloo het reductiewerk ter hand te nemen. In december werd duidelijk dat de nieuwe capaciteit van de Westerbork SKT zeer zwakke structuren aan het licht brengt in de onmiddellijke nabijheid van de sterke puntbronnen. In alle vijf objecten van dit project: twee Markarian stelsels, een N-stelsel, BL Lac en het bekende dubbele radiostelsel 3C111 wordt uitgebreide emissie gezien. In bijv. het geval van 3C371 heeft deze emissie op kpc schaal een interessante relatie met de eerder bepaalde VLBI-schaal structuur en met de grote-schaal morfologie. Eind 1982 is een tweetal artikelen in voorbereiding waarin o.m. modellen van relativistische kinematica kritisch worden getoetst.

Miley vervolgde zijn studie naar de relatie tussen de radio en optische eigenschappen van actieve melkwegstelsels. Hij werkte gedurende de periode oktober 1981-februari 1982 bij het Kitt Peak Observatory, waar waarnemingen met de 4 m en de 2 m telescoop werden gedaan. In samenwerking met Heckman (Universiteit van Maryland), Van Breugel (Universiteit van Arizona) en Butcher (Kitt Peak) werd gezocht naar optische emissielijnen in uitgebreide radiobronnen, gebruikmakend van spectroscopische- en afbeeldingstechnieken. Verscheidene gevallen van optische lijn-emissie, morfologisch geassocieerd met radiostructuren werden gevonden. Voor de meeste van deze objecten werden complementaire radiowaarnemingen gedaan bij verschillende golflengten (VLA), en aan de reductie van de (vele) gegevens wordt gewerkt. Een van de meest fascinerende resultaten is afgebeeld in Fig. 3.4.9.: 3C277.3 (Coma A) bezit lijn-emitterend gas uitgestrekt over grote gebieden van de radiolob-begrenzing in de 60 kpc radiostructuur.

Andere interessante gevallen zijn 4C29.30, 4C26.42, 3C293 en 3C305. Voor elk van deze objecten zijn omvangrijke artikelen in het afrondingsstadium of in druk. Een overzicht van de belangrijkste resultaten van dit programma werd door Miley gepresenteerd tijdens de IAU General Assembly en de Workshop on Astrophysical Jets (Turijn).

In samenwerking met Heckman, Balick (Universiteit van Washington), Van Breugel en Van Gorkom (NRAO) werd een survey

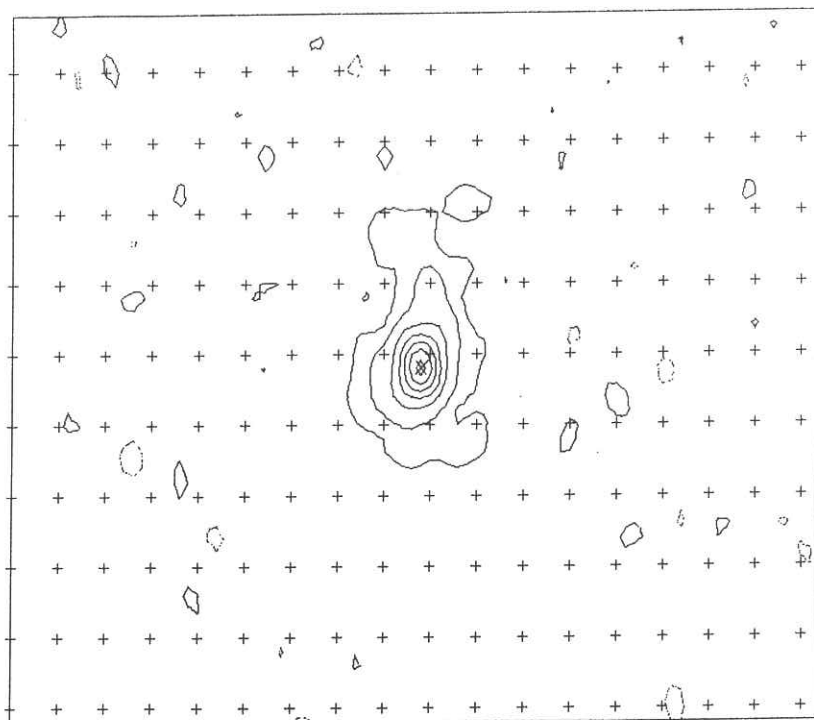


Fig. 3.4.8.

Een van de vijf actieve stelsels waargenomen door Zieba, Van der Laan en Noordam is Mk 501, ook bekend als 4C39.49. Het werd gemeten met de WSRT bij 6,2 cm in de redundante configuratie. In deze kaart is 99% van de bijdrage uit de centrale puntbron verwijderd; dan verschijnt een onderliggende uitgebreide component van $20'' \times 10''$ in positiehoek -5° , hetgeen overeenkomt met een lineaire maat van $19 \times 9,5$ kpc bij een afstand van 200 Mpc. De contourniveaus beginnen bij 0,09% en gaan tot 1,08% van de centrale bron, met stappen van 0,18%.

One of five active systems observed by Zieba, Van der Laan and Noordam is the Markarian galaxy Mk 501, also known as 4C39.49. It was observed with the WSRT at 6.2 cm in redundancy mode. In this image 99% of the central point source flux has been removed, to reveal the underlying extended component which measures about $20'' \times 10''$ in p.a. -5° , corresponding to 19×0.5 kpc for a distance of 200 Mpc. The positive contours go from 0.09% to 1.08% of the central source flux, at intervals of 0.18%.

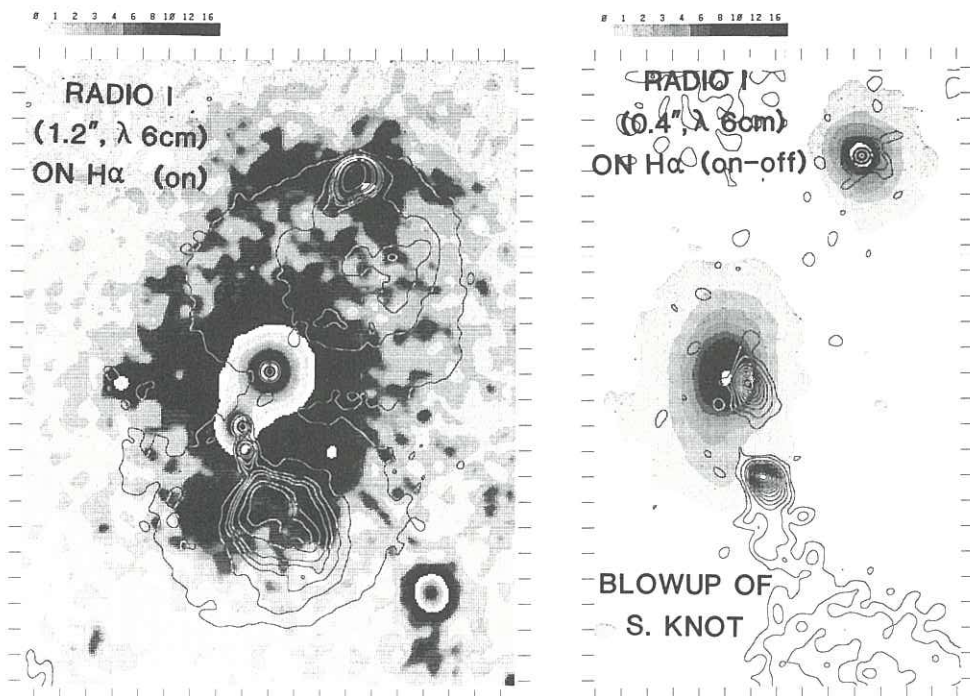


Fig. 3.4.9.

Optische-lijn- en radio-emissie in 3C277.3 (Coma A), een radiomelkwegstelsel op $z=0,09$. Links een λ 6 cm VLA radiokaart gesuperponeerd op een grijschaalrepresentatie van de $H\alpha$ + [NII]-verdeling. De radioknot ten zuiden van de kern manifesteert zich duidelijk in $H\alpha$. Lijn-emitterend gas bevindt zich tevens langs de noordelijke begrenzing van de radiobron. Rechts een vergroting van het binnengedeelte, in dezelfde representatie. De superposities werden gemaakt met een display programma ontwikkeld door Hogeweg.

Optical line and radio emission in 3C277.3 (Coma A), a radio galaxy at $z=0.09$. Left a λ 6 cm VLA map superposed on a grey scale representation of the $H\alpha$ + [NII] distribution. The radio knot south of the nucleus shows clearly $H\alpha$ emission. Line emitting gas is also present along the northern boundary of the radio source. Right an enlargement of the inner part in the same representation. The superpositions have been made with a display program, developed by Hogeweg.

uitgevoerd naar HI in radio-heldere en met elkaar wisselwerkende stelsels (Arecibo teleskoop). Verscheidene nieuwe gevallen van HI absorptie en HI emissie werden gedetecteerd. De gegevens worden aangevuld met VLA en optisch-spectroscopische waarnemingen. HI absorptie wordt bij voorkeur aangetroffen in morfologisch vreemde structuren.

Allan, Isaacman en Miley (+ Van Breugel, Butcher en Heckman) startten een programma om naar IR-emissie in radiolobben te zoeken, met behulp van de UKIRT teleskoop in Hawaii. Waarnemingen in de K-band werden uitgevoerd in maart en oktober, en resulteerden in positieve detecties bij 3C277.3 (Coma A), 4C29.30, NGC7385 en 3C247. Het project wordt voortgezet.

Voor een studie van de [OIII] 5007 lijnprofielen in actieve stelsels deed Miley gedurende drie nachten waarnemingen met de ESO 3,6 m teleskoop (La Silla). De asymmetrie naar het blauw, zoals die was waargenomen in de smalle lijnprofielen bij Seyfertstelsels, bleek aanzienlijk zwakker in radiostelsels en quasars met uitgebreide radiostructuren. De gegevens zullen gecombineerd worden met die van Heckman en Green (Universiteit van Arizona) om tot een systematische vergelijking van de [OIII] profielen in de verschillende typen actieve stelsels te komen.

Samen met Illingworth (Kitt Peak), Heckman en Van Breugel vervolgde Miley het onderzoek naar de sterddynamica in radiomelkwegstelsels. De gegevens zijn gereduceerd en met de analyse is men doende. I.h.b. worden de rotatiesnelheden en positiehoeken vergeleken met de radiomorfologieën.

Met Heckman, Van Breugel en Butcher voert Miley een survey uit van optische spectroscopie van de kernen van spiraalstelsels met relatief sterke radio emissie. De hypothese dat de kernactiviteit in deze stelsels wordt veroorzaakt door een sterk toegenomen stervorming blijkt niet door de metingen te worden bevestigd.

Met Norman (Leiden), Silk (Berkeley) en Fabbiano (CFA, Cambridge, USA) bestudeerde Miley de röntgenemissie van radiostelsels met radiojets (Einstein satelliet). Vijf van de zes waargenomen stelsels werden gedetecteerd.

Met R. en C. Fanti (Bologna) zette Miley het monitorprogramma voort, waarin de radiofluxdichtheden van de kernen van uitgebreide radiobronnen onderwerp van studie vormen. Waarnemingen bij twee epochen hebben verschillende gevallen van mogelijke variabiliteit opgeleverd.

Met Van Breugel, Balick, Heckman en Helfand (Columbia) heeft Miley het onderzoek van het bijzondere radiostelsel 3C433 afgerond. Het onderzoek van het radiostelsel 3C318.1, met zeer steil radiospectrum, dat in samenwerking met Fomalont (NRAO), Feigelson (Pennsylvania State University) en Canizares (MIT) wordt uitgevoerd is nog in volle gang. VLA waarnemingen bij 1,4 en 1,6 GHz leerden dat de kern van het stelsel een spectrale index $\alpha \sim -1,2$ heeft en de uitgebreide emissie van ~ -5 . WSRT waarnemingen bij 0,6 GHz zijn in voorbereiding.

In zijn functie van chairman van de groep Actieve Stelsels van het IRAS-team ontwikkelde Miley een programma voor IRAS waarnemingen van actieve stelsels. Een lijst van 51 samples (totaal ongeveer duizend objecten) werd samengesteld, waaruit een deelverzameling van ongeveer 150 eerste-prioriteit actieve stelsels werd gedefinieerd. Het ligt in de bedoeling dat IRAS laatstgenoemde objecten alle waarneemt, alsmede een aanzienlijk deel van de tweede-prioriteit objecten, met het doel om inzicht te krijgen in de thermische en niet-thermische IR-emissie door de verschillende typen actieve stelsels. Daarnaast startte Miley en De Waarde een programma om quasi-simultaan radiospectra van verscheidene van deze objecten te verkrijgen, met de WSRT en de VLA (in samenwerking met De Bruyn (Dwingeloo) en Perley (NRAO)).

Met Miley, Strom en Van der Laan heeft Jägers zijn onderzoek naar zeer uitgebreide sterke extragalactische radiobronnen (waaronder ook enige quasars) voortgezet. Het onderzoek omvat 30 bronnen, die alle groter zijn dan 200 boogsec. Vrijwel alle mogelijke radiobron-morfologieën zijn vertegenwoordigd. De bronnen zijn met de 3 km Westerbork Radio Telescoop waargenomen op 0,6 GHz. Opvallend is het grote aantal bronnen dat ook op deze frequentie nog (lineair) gepolariseerd is; geschat wordt zo'n 70 a 80% van alle bronnen. Bij enkele nabijgelegen bronnen, zoals NGC315, loopt het percentage polarisatie op tot zo'n 50% (Fig. 3.4.10.).

Jägers heeft met Ma Er en De Grijp aan de verwerking van de gegevens gewerkt. Het onderzoek naar 3C390.3, die een bijzonder duidelijke en interessante polarisatiestructuur vertoont, is door Jägers en Ma Er afgerond.

Samen met Leahy en Pooley (Cavendish Laboratory, Cambridge) heeft Jägers het onderzoek naar 3C66B voortgezet. Hierbij worden 5 km Cambridge waarnemingen vergeleken met 3 km WSRT waarnemingen, op respectievelijk 2,7 GHz en 5,0 GHz. Opvallend is de tweezijdige jet met slechts aan één zijde een significante polarisatiestructuur (Fig. 3.4.11.).

Het onderzoek dat Jägers met Van Groningen aan 3C130 doet is voortgezet. De waarnemingen met de WSRT op 0,6 GHz levert een polarisatiestructuur op, waaruit duidelijk blijkt dat de polarisatie-intensiteitspieken niet altijd samenvallen met de totale-intensiteitspieken. Deze 3 km waarnemingen zullen worden vergeleken met 1,5 km WSRT waarnemingen op verschillende frequenties en met VLA metingen op 1,4 GHz met verschillende oplossende vermogens.

Nadat Barthel (in samenwerking met Schilizzi (Dwingeloo) en Miley) al de centrale 25 pc van het (grootste) radiostelsel 3C236 met transatlantische VLBI in kaart had gebracht (zie jaarverslag 1981), werd in het najaar van 1982 dit stelsel met de WSRT in redundancy mode waargenomen, teneinde de radio-emissie met geringe oppervlaktehelderheid in kaart te brengen (Barthel, Schilizzi, Miley, Strom & Jägers). De voorlopige resultaten vertonen nog geen uitgebreide emissie rond de kern. Zorgvuldige reductie zal een en

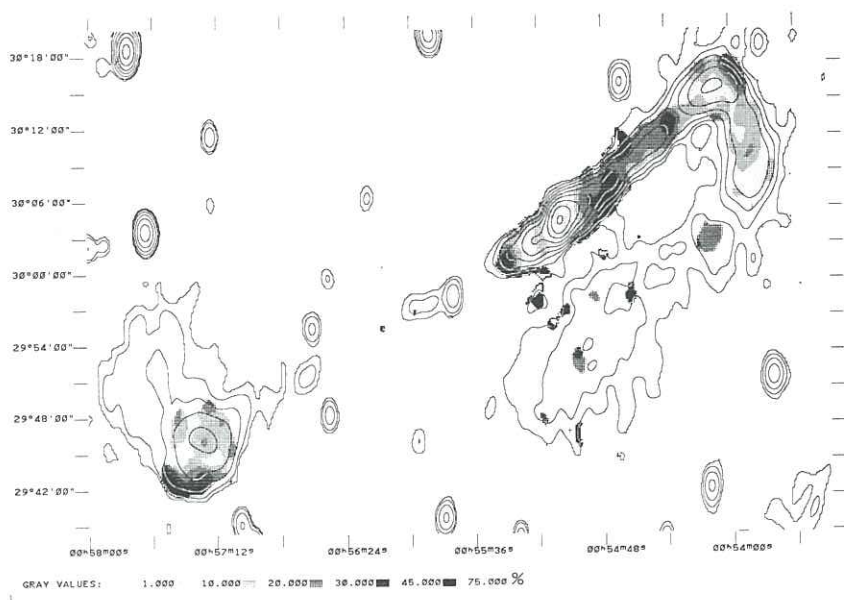


Fig. 3.4.10.

Een contourkaart van de totale intensiteitsverdeling van NGC315, waargenomen met de 3 km WSRT op 0,6 GHz, geconvolveerd tot de dubbele bundelbreedte en gecorrigeerd voor de primaire bundel-verzwakking. De contourwaarden zijn: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 en 256 mJy/bundel. Deze contourkaart is gesuperponeerd op een grijs-tint-kaart van de polarisatiepercentage verdeling; voor de grijs-tinten: zie onder het diagram.

A contourplot of the total intensity distribution of NGC315, as observed with the 3 km WSRT at 0.6 GHz, convolved to a twice as large beam, superimposed on a grey scale plot of the distribution of the percentage of polarization. The contour levels are 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256 mJy/beam. The grey scales are given in the figure. The map has been corrected for the primary beam attenuation.

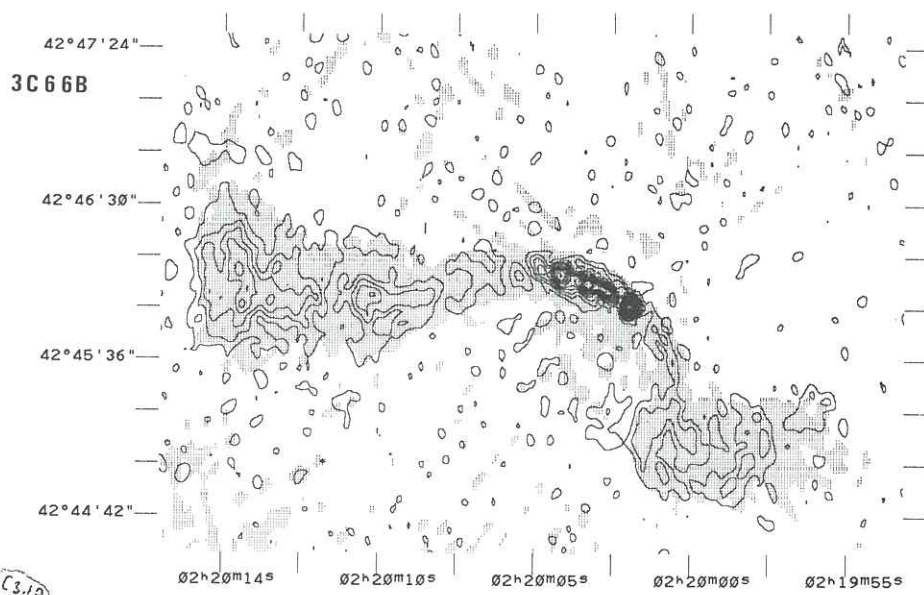


Fig. 3.4.11.

Een contourkaart van de lineair gepolariseerde intensiteitsverdeling van 3C66B, waargenomen met de 3 km WSRT op 5 GHz, gesuperponeerd op een masker van de totale intensiteitsverdeling. De contourniveaus zijn: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0, 9,0, 10,0 mJy/bundel. De grijs tint geeft aan dat de totale intensiteit boven de 1 mJy/bundel ligt.

A contour plot of the linearly polarized intensity distribution of 3C66B, as observed with the 3 km WSRT at 5.0 GHz, superimposed on a mask of the total intensity distribution. The contour levels are 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0 mJy/beam. The mask presents intensities greater than 1 mJy/beam.

ander moeten verduidelijken.

Meurs en De Ruiter (Bologna) vonden aanwijzingen voor het optreden van synchrotron zelf-absorptie in de radio/sub-mm spectra van vier, optisch geselecteerde, heldere quasars. Dit zou de oorzaak kunnen zijn dat de meerderheid van de quasars weinig radiostraling uitzendt.

Barthel vervolgde zijn onderzoek naar de radiostructuur in quasars, gebruik makend van verschillende instrumenten: VLA, MERLIN, Europese en transatlantische VLBI (in opklimmende resolutie). In samenwerking met Miley en Schilizzi (Dwingeloo) werd met de VLA de radiostructuur van 86 quasars op hoge roodverschuiving ($z > 1.5$) in kaart gebracht, bij 6 cm golflengte (resolutie $0''.5$). Deze waarnemingen hebben een schat aan gegevens opgeleverd waarvan de waarde nog niet in zijn geheel te overzien is. Een eerste inspectie van de radiokaarten suggereert dat de radiomorfologie van dergelijke, uiterst krachtige radiobronnen op hoge roodverschuiving systematisch verschilt van die op lage z .

De MERLIN waarnemingen (Multi Element Radio Linked Interferometer Network, UK), die in samenwerking met Dr. J. Lonsdale (Jodrell Bank) worden uitgevoerd, vormen een follow-up van het onderzoek met het Europese VLBI netwerk (EVN) naar de aanwezigheid van compacte componenten (kernen en hot spots) in quasars met hoge roodverschuiving (zie jaarverslag 1981). In juni 1982 werden zes quasars bij λ 6 cm waargenomen (resolutie $0''.1$), met zeer goede resultaten. Figuur 3.4.12. toont een van de MERLIN radiokaarten: de quasar 2338+042, op een roodverschuiving $z=2.6$, blijkt een gekromde radiojet en een zeer compacte hot spot te bezitten. Een en ander werpt enkele interessante vragen op.

Het succes van genoemde metingen had tot gevolg dat de quasars in november en december opnieuw met MERLIN werden waargenomen, nu bij λ 18 cm (resolutie $0''.3$). Figuur 3.4.13. toont een eerste resultaat: 3C205 geassocieerd met de quasar 0835+580 op een roodverschuiving $z=1.5$.

Zoals de EVN pilot survey al suggereerde blijkt de zuidelijke spot een gecompliceerd karakter te hebben; de pieken in de hot spots en de radiokern zijn overigens perfect gealigneerd. De reductie van laatstgenoemde metingen is nog in volle gang.

Datzelfde kan gezegd worden van 12-uurs waarnemingen van enkele van deze quasars met het Europese VLBI netwerk op 18 en 21 cm golflengte. De VLBI radiokaarten zullen uiteindelijk gecombineerd worden met de MERLIN radiokaarten.

De waarnemingen van de kernen van quasars met uitgebreide (>250 kpc) radiostructuur (Barthel, Miley, Schilizzi, Preuss & Cornwell) met een transatlantisch VLBI netwerk zijn in een interessant stadium gekomen. Binnen afzienbare tijd moet duidelijk worden of een superluminare snelheid in deze quasars kan voorkomen. In april 1982 werden met een netwerk, bestaande uit de Effelsberg, Onsala, Green Bank, VLA (phased array) en de Owens Valley telescopen, vier kernen waargenomen met een resolutie van ongeveer 1 milliboogseconde. Hoewel de radiokaarten nog

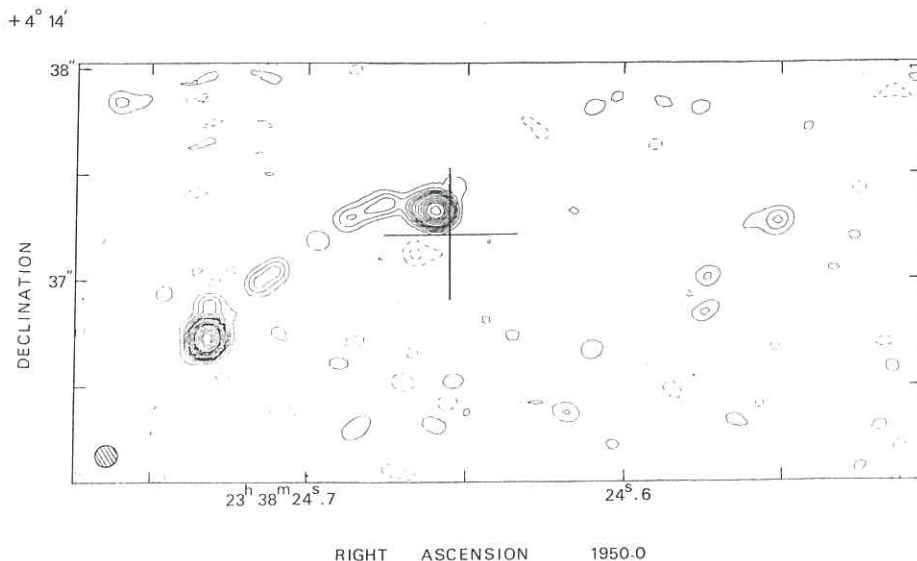


Fig. 3.4.12.

MERLIN λ 6 cm kaart van 4C04.81, geassocieerd met de quasar 2338+042 ($z=2,6$). De contouren zijn 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 en 90% van de piek helderheid (165 mJy/bundel). De MERLIN bundel (0,"1 FWHM) staat afgebeeld in de linkerbeneden hoek. De radiopositie, gemeten uit een vergelijking met een VLA λ 6 cm kaart (Barthel, Miley en Schilizzi, in voorbereiding) is nauwkeurig tot op 0,"1 en de positie van de quasar is aangegeven, met de optische positiefout, door het kruisje. De emissie ten westen van de quasar is afkomstig van een gebied met geringe oppervlaktehelderheid.

MERLIN λ 6 cm map of 4C04.81. The contours are 2,4,6,8,10,12, 15,20,25,30,35,40,50,60,70,80,90% of the peak brightness, which is 165 mJy/beam. The restoring beamsize of FWHM 0.1 arcsec is shown in the bottom left hand corner. The radio position, measured from a comparison with a VLA λ 6 cm map (Barthel, Miley & Schilizzi, in preparation) is accurate to better than 0,"1, and the position of the quasar is marked, with associated optical positional error, by the cross. The emission west of the QSO represents a low brightness region.

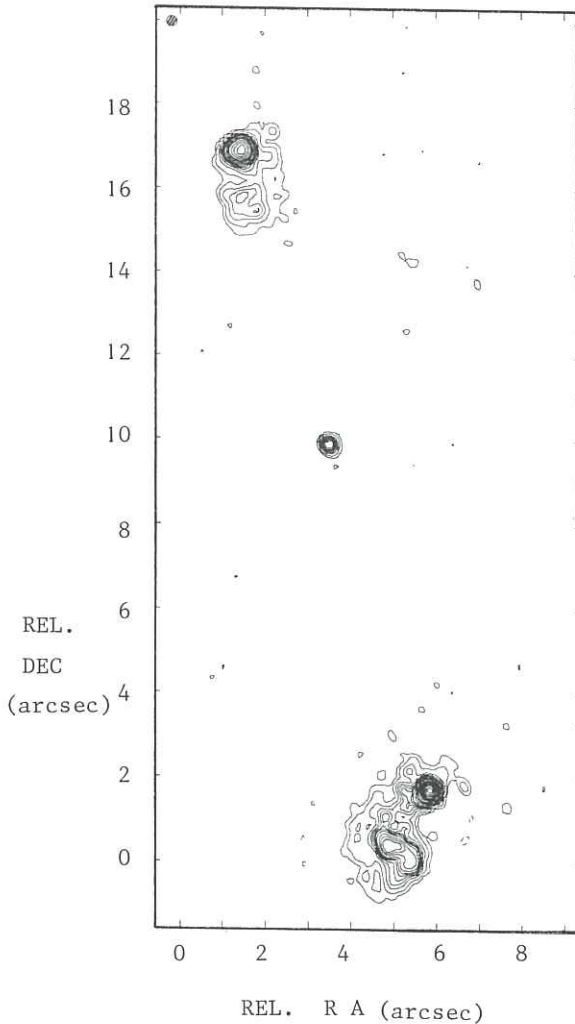


Fig. 3.4.13.

MERLIN 18 cm kaart van 3C205, geassocieerd met de quasar 0835+580 ($z=1.5$). De contouren zijn 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,5, 10, 12,5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 75 en 90% van de piek helderheid (341 mJy/bundel). De MERLIN bundel (0,25 FWHM) staat afgebeeld in de linker bovenhoek.

MERLIN 18 cm map of 3C205, associated with the quasar 3C205 ($z=1.5$). The contours are 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,5, 10, 12,5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, and 90% of the peak brightness, which is 341 mJy/beam. The restoring beamsize of FWHM 0.25 arcsecond is shown in the upper left hand corner.

geproduceerd moeten worden is uit vergelijking van de visibiliteiten op de lange basislijnen met korte metingen van een jaar daarvoor, al gebleken dat in drie van de vier quasars de radiostructuur een geringe mate van verandering vertoont. Tweede-epoche waarnemingen die in april 1983 uitgevoerd zullen worden, moeten uitsluitsel over de snelheden geven.

Clusters van melkwegstelsels.

Meurs heeft een 3 km WSRT 12 uren waarneming op λ 21 cm continuum verkregen van de kop-staart bron geassocieerd met het elliptische stelsel NGC7044. Op deze nieuwe waarneming zijn de verschillende componenten van deze bron en het eveneens gedetecteerde, nabij gelegen elliptische stelsel NGC7050 beter van elkaar te scheiden dan in een vroegere 1,5 km WSRT λ 21 cm waarneming. Ook is de nieuwe waarneming beter te vergelijken met een eveneens beschikbare 1,5 km WSRT λ 6 cm waarneming.

Bijleveld rondde, in nauwe samenwerking met Valentiijn (ESO, München) het onderzoek af van de eigenschappen van de dominerende stelsels in clusters, de zogenaamde cD stelsels. Doel van dit onderzoek was om voor een verzameling van 104 cD stelsels na te gaan of er een correlatie bestaat tussen de radiosterkte, absolute magnitude en het röntgenvermogen van deze stelsels. De verzameling viel uiteen in drie onderdelen: 66 cD's in rijke Abell clusters, 23 in arme groepen en 15 in rijke clusters die niet in de Abell catalogus voorkomen, voornamelijk omdat ze zich op het zuidelijk halfrond bevinden. 24 cD's, waarvan nog geen radiogegevens beschikbaar waren, werden met de WSRT bij 21 cm waargenomen. De röntgegegevens zijn verkregen met het Einstein Observatory: 4 cD's werden als onderdeel van een gastwaarnemersprogramma gedetecteerd (zie fig. 3.4.14.), terwijl de resultaten van ruim 70 cD's beschikbaar kwamen middels een samenwerkingsprogramma met Einstein Observatory Consortium leden op het Center for Astrophysics, het Massachusetts Institute for Technology, beide in Cambridge (USA) en het Columbia Astrophysics Laboratory in New York.

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek was het omwerken van alle verschillende gegevens tot een homogeen gegevensbestand. Ter completering van de radio data bij 21 cm (P_{21}) werd gebruik gemaakt van reeds eerder gepubliceerd materiaal. De absolute magnitudes zijn afkomstig van verschillende bronnen. Alle magnitudes werden getransformeerd naar een absolute visuele magnitude (M_V) binnen een metrische apertuur van 86 kpc diameter. Het röntgenvermogen (L_X) werd bepaald in het 0,5-3,0 keV energie interval binnen een brondiameter van 1 Mpc.

Er blijken correlaties te bestaan tussen P_{21} , M_V , L_X en R, d.i. de rijkheid van de cluster. cD stelsels in rijke clusters hebben gemiddeld, t.o.v. de cD's in arme groepen, zowel een grotere L_X (factor 100) als een grotere M_V (0,4 magnitude). Het

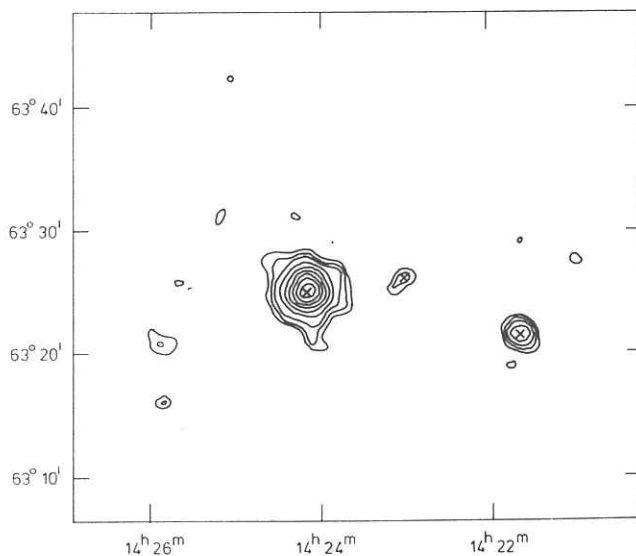


Fig. 3.4.14.

Röntgenkaart van de rijke cluster A1918, verkregen met de Imaging Proportional Counter aan boord van de Einstein satelliet. De sterke röntgenbron is geassocieerd met het cD stelsel in deze cluster. In het algemeen is gebleken dat de sterkste röntgenbron in cD clusters altijd samenvalt met het optische stelsel.

X-ray map of the rich cluster A1918, obtained with the Imaging Proportional Counter on board the Einstein Observatory. The strongest X-ray source is associated with the cD galaxy in this cluster. In cD clusters in general the strongest X-ray source is always associated with the optical galaxy.

aantal stelsels in de omgeving van een cD is dus een indicatie van de optische en röntgenhelderheid. Dit is in overeenstemming met de correlatie tussen L_X en R die voor rijke clusters gevonden was.

De beste techniek echter om correlaties tussen P_{21} en een andere parameter te bestuderen is om gebruik te maken van de radiohelderheidsfunctie. Deze geeft de kans dat een stelsel een radiobron is als functie van het radiovermogen. Een radiohelderheidsfunctie kan geconstrueerd worden voor verschillende intervallen in absolute magnitude en/of röntgenvermogen; voor ieder interval één. De radiohelderheidsfunctie voor verschillende röntgenvermogens staat weergegeven in figuur 3.4.15. voor cD's in Abell clusters en arme groepen. Bovendien staat de functie voor de elliptische stelsels in A1367 aangegeven: hoe hoger het röntgenvermogen, des te groter de kans dat een stelsel een radiobron is. Deze relatie wordt verklaard doordat het röntgengas toestroomt op het stelsel en in het centrum van het stelsel het materiaal levert voor de radiobron. Een sterke röntgenbron levert veel voedsel voor de radiobron.

Uit een gedetailleerde analyse van de correlaties tussen de vier relevante parameters P_{21} , M_V , L_X en R is gebleken dat de relaties tussen P_{21} en L_X , tussen R en M_V en tussen M_V en L_X fundamenteel zijn. Andere correlaties kunnen hiervan afgeleid worden. De verklaring van de P_{21} - L_X relatie is al gegeven; de R - M_V relatie kan verklaard worden doordat in rijkere clusters massievere stelsels gevormd worden, terwijl de M_V - L_X relatie zijn oorsprong vindt in het feit dat massievere stelsels meer thermisch gas gravitationeel aan zich kunnen binden en dus sterkere röntgenbronnen kunnen veroorzaken. Deze laatste correlatie, tesamen met figuur 3.4.15. geeft ook aan dat gasaccretie een zeer normaal verschijnsel is, niet alleen bij cD stelsels maar ook bij normale elliptische stelsels.

Diepe radiosurveys, optische identificaties en kosmologie.

Katgert verzorgde de voltooiing van de zgn. Einstein-Westerbork survey, bestaande uit 50 en 21 cm WSRT waarnemingen van 4 zgn. "Einstein deep survey targets", voor de reductie waarvan Katgert-Merkelijn, Robertson en Windhorst grote inspanning hebben geleverd. De resulterende catalogus bevat 698 bronnen waarvan 382 tenminste op 21 cm (maar daarnaast vaak ook op 50 cm) werden gedetecteerd, en de overblijvende 316 uitsluitend op 50 cm werden gevonden, tot limietfluxen van ~ 1 mJy op 21 cm en ~ 9 mJy op 50 cm.

Het gebruik van dit materiaal voor onderzoek van de evolutie van de radiobronpopulatie vereist nu in de eerste instantie optische identificatie op beschikbare diepe 48" Schmidt platen. Daarom herschreef Katgert grotendeels een door Staller ontwikkeld programma voor nauwkeurige astrometrie op 48" (en 4m) platen, teneinde de digitale uitlezing van de plaatmeetmachine te kunnen benutten, en enkele storende beperkingen in het programma op te

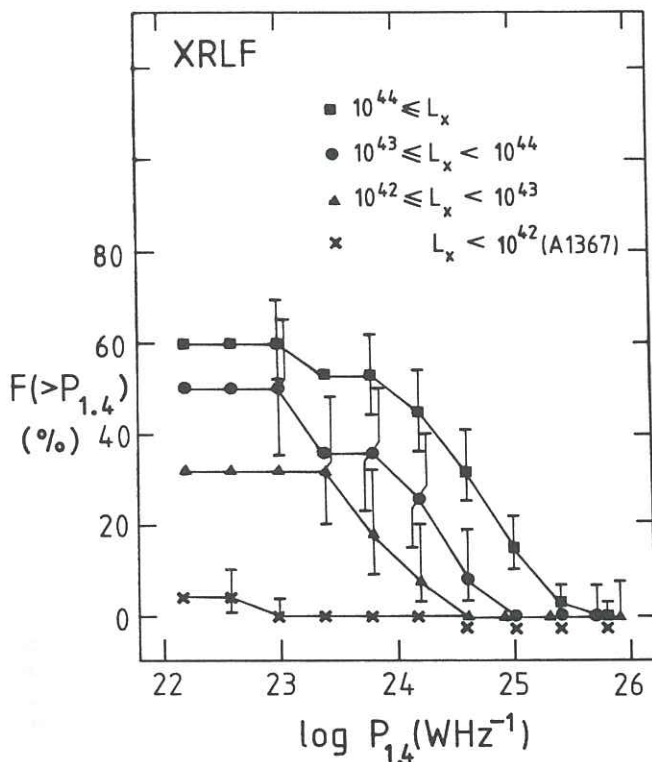


Fig. 3.4.15.

Vier radiohelderheidsfuncties voor verschillende intervallen in röntgenvermogen van de stelsels. Iedere functie geeft de kans aan (uitgedrukt in fracties van detecties: $F(>P_{21})$) dat een stelsel een radiobron bevat die sterker is dan een zeker vermogen (P_{21}). Als een stelsel een sterke röntgenbron is, dan heeft het een grotere kans om radiobron te zijn dan bij een laag röntgenvermogen.

Four radio luminosity functions for different intervals of X-ray luminosity. Each function represents the probability (expressed in fractions of detections $F(>P_{1.4})$) for a galaxy to contain a radio source which is stronger than a certain power ($P_{1.4}$). A strong X-ray source has a larger probability to be a radio source than a weak one.

heffen.

De resultaten van een vergelijking van diepe radio- en röntgensurveys in enkele "selected areas" werden door Katgert, samen met Windhorst en Thuan (Virginia) in eerste versie opgeschreven.

Van Tilborg (in samenspraak met Katgert) voltooide zijn werk aan een programmapakket, waarmee fotometrie en classificatie van zwakke objecten (bijv. radiobron-identificaties), waarvan gedigitiseerde fotografische gegevens voorhanden zijn, kan worden uitgevoerd. Hierbij werd een bestaande (morfologische) classificatie methode zodanig verbeterd dat de onderscheidingskwaliteit duidelijk toenam.

Door Lemstra werd in (in samenspraak met Katgert & Windhorst) de optische identificatie van de eerder in Westerbork uitgevoerde zgn. "6B-Survey" afgerond. Deze resultaten zullen worden gebruikt voor de melkwegstelsel radiolichtkracht functie, waar ze de statistiek in de betreffende log S- en m-range aanzienlijk zullen verbeteren.

Van Heerde, Windhorst en Katgert voltooiden de analyse en de radiocatalogus van de Leiden-Berkeley Deep Survey. De resultaten van een Monte Carlo test werden uitgewerkt ter bepaling van de invloed van ruis op het fluxbepalende algoritme. Bronparameters werden in statistische zin gecorrigeerd voor overschatting t.g.v. ruis. De afgeleide hoekdiameterverdeling en de hoekdiameter-fluxdichtheid relatie zijn consistent met die van eerdere Westerbork Surveys, maar zijn nu gemeten met betere statistiek, met een kleinere bundel (12") en tot op lagere fluxdichtheid (1 mJy).

Oppe en Windhorst verkregen (4x12h) Westerbork metingen op 50 cm van de Leiden-Berkeley Deep Survey velden. De kwaliteit van de metingen is na zelfcalibratie uitstekend, met een dynamisch bereik van ca. 30 dB. Per veld werden circa 150 radiobronnen gevonden boven 2,5 mJy (5 σ). Gewerkt wordt aan de 50 cm brontellingen en de spectrale index distributies.

Windhorst, Miley en Owen (VLA) deden een ultra diepe 21 cm survey met de VLA lijnontvanger van het "lege" LBDS veld LYNX 2, waarin binnen een vierkante graad geen bronnen voorkomen sterker dan 6 mJy. In 1x12h werd met het VLA C-array (bundel 14") een ruis behaald van 45 μ Jy! In een vierkante graad werden 116 radiobronnen gevonden sterker dan 225 μ Jy.

Fig. 3.4.16. toont het binnenste deel van de gecleande VLA kaart. De brontellingen blijken in het regime 0,2-2 mJy van helling te veranderen, in die zin dat zwakkere bronnen weer relatief meer gaan voorkomen (beneden 1 mJy wordt de helling weer bijna Euclidisch). Mogelijk hebben we hier te maken met een nieuwe populatie radiobronnen die voor het eerst in grote getale zichtbaar is in zo'n diepe survey. Om dit nader te onderzoeken werd samen met Kron (Yerkes) de optische identificatie van de nieuwe VLA bronnen gedaan op vierkleuren 4-m platen. Van deze sub-mJy radiobronnen kon 55% worden geïdentificeerd, voor een

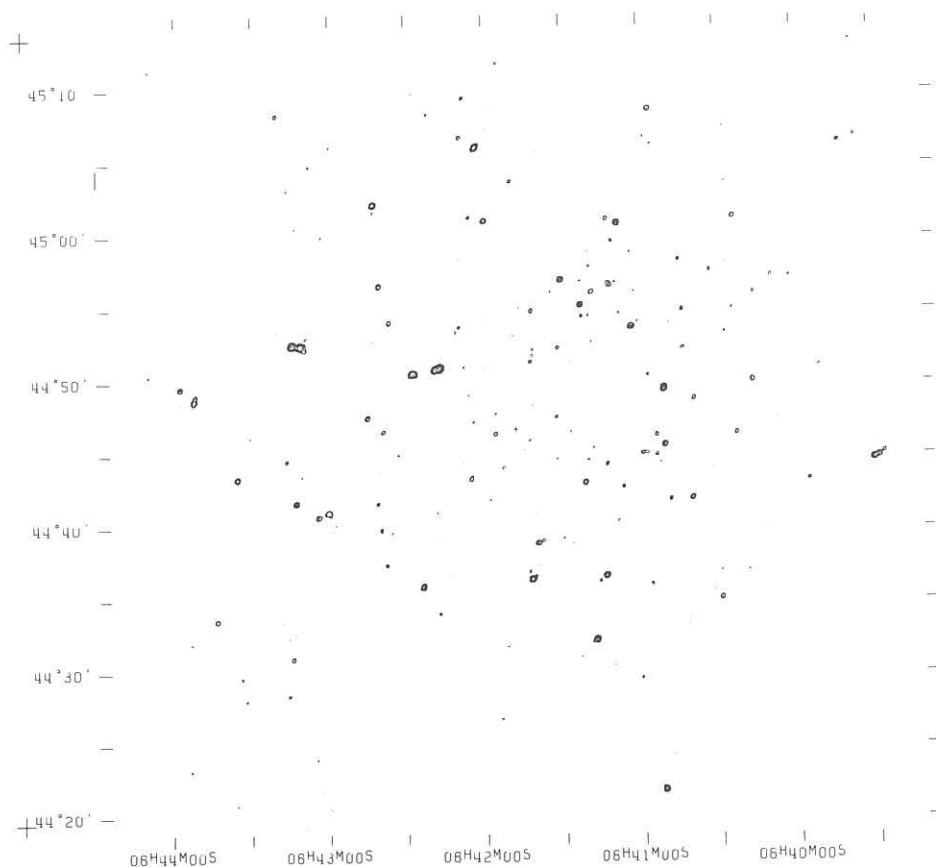


Fig. 3.4.16.

Contourkaart van de binnenste 0.9×0.9 van de gecleande 2×6 h VLA kaart van het Leiden-Berkeley Deep Survey veld LYNX.2. Deze kaart bevat een compleet sample van 984 radiobronnen sterker dan $225 \mu\text{Jy}$ (5σ). De sterkste bron heeft een kaartpiekflux van 5.52 mJy . Contourwaarden zijn $+5\sigma$, $+3.75\sigma$, $+10\sigma$, $+20\sigma$, $+50\sigma$, $+100\sigma$, waarbij $\sigma = 45 \mu\text{Jy}$ per bundel. De bundel is $14.''6 \times 14.''7$. Het kruisje geeft het veldcentrum aan.

Contourmap of the inner 0.9×0.9 of the cleaned VLA map of the Leiden-Berkeley Deep Survey field LYNX.2. This map yields a complete sample of 94 radio sources stronger than $225 \mu\text{Jy}$ (5σ). The strongest source has a map-peak flux of 5.52 mJy . Contour values are $+5\sigma$, $+3.75\sigma$, $+10\sigma$, $+20\sigma$, $+50\sigma$, $+100\sigma$ with $\sigma = 45 \mu\text{Jy}/\text{beam}$. The beam is $14.''6 \times 14.''7$ (FWHM). The little cross in the center marks the fringe stopping center.

klein deel met nabije spiraalstelsels, maar grotendeels met zwakke "fuzzy" objecten. Mogelijk zijn dit spiraal- en/of Seyfert stelsels op hogere roodverschuiving.

Om de nieuwe VLA brontellingen te checken op instrumentele effecten, werd hetzelfde veld door Oort Jr. en Windhorst met Westerbork gemeten in 4x12h, waarbij een ruis van $59 \mu\text{Jy}$ werd bereikt! In een vierkante graad werden 120 radiobronnen gevonden boven $300 \mu\text{Jy}$. Figuur 3.4.17. toont de Westerbork kaart van hetzelfde veld.

Gewerkt werd aan een gedetailleerde vergelijking van het instrumentele gedrag van de VLA en de WSRT op extreem lage fluxniveaus, alsmede het verloop van de VLA en WSRT primaire bundel. De VLA coördinaten transformatie (van roosterpunten naar (α, δ)) blijkt ver buiten het veldcentrum onjuist te zijn. De positieframes tussen de VLA en WSRT zijn consistent tot op $0''.3$, terwijl de fluxschalen consistent zijn binnen 1 a 2%. Gewerkt wordt nog aan de brontellingen. Ook wordt getracht de VLA en de WSRT kaarten van LYNX 2 te combineren, om zodoende nog zwakkere bronnen te kunnen vinden.

Oort Jr., Windhorst en Katgert voltooiden het onderzoek naar de evolutie van de radiolichtkrachtfunctie (RLF) van radiostelsels. Uit de eerder afgeleide roodverschuivingsafhankelijke RLF werden de radiobrontellingen berekend voor $z < 0.85$. Deze stemden goed overeen met de waargenomen identificatie percentages. Onder aanname dat de RLF voorbij $z > 0.85$ constant blijft tot een zekere maximale roodverschuiving z_{max} , kunnen voor $S_{1412 \text{ MHz}} > 10 \text{ mJy}$ de aangenomen brontellingen in zijn geheel precies voorspeld worden als $z_{\text{max}} \approx 1.5$. Radiostelsels met $z < 1.5$ kunnen dus de waargenomen brontellingen geheel verklaren. Mogelijk zijn radiogeselecteerde stelsels voorbij $z > 1.5$ alle quasars.

De Waard en Windhorst voltooiden het onderzoek naar de evolutie van het optische spectrum van radiostelsels. Op grond van de fotometrische gegevens van de Leiden-Berkeley Deep Survey en uit de literatuur werd een model gevonden dat enige kleur-evolutie vertoont voor $\lambda < 4000 \text{ \AA}$ en (onafhankelijke) lichtkrachtevolutie voor $\lambda < 8000 \text{ \AA}$. Gewerkt wordt aan een verfijning van dit model m.b.v. meer spectroscopische roodverschuivingen.

Windhorst en Isaacman deden samen met Puschell (San Diego) en Thuan (Virginia) fotometrie in het nabije infrarood met UKIRT en de NASA IRTF aan de LBDS radiostelsels. In totaal werden 45 van de 48 stelsels gedetecteerd in J, H of K. Sommige stelsels zijn zeer rood met $(V-K) \sim 5^m, 0 - 7^m, 0$, hetgeen verklaard kan worden door de aanwezigheid van niet-thermische IR straling of heet stof. Mogelijk zijn het spiraal- en/of Seyfert stelsels met roodverschuivingen in het gebied $0.3 < z < 0.6$.

Samen met Kron (Yerkes) en Koop (Washington) deed Windhorst spectroscopie aan een 30-tal LBDS radiostelsels met de KPNO 4m Mayall Cryogenic Camera. De hoogste roodverschuiving die "on-line" gezien werd is $z = 0.73$. Behalve stelsels met absolute magnituden vergelijkbaar met die van reuzenelliptische stelsels, werden ook

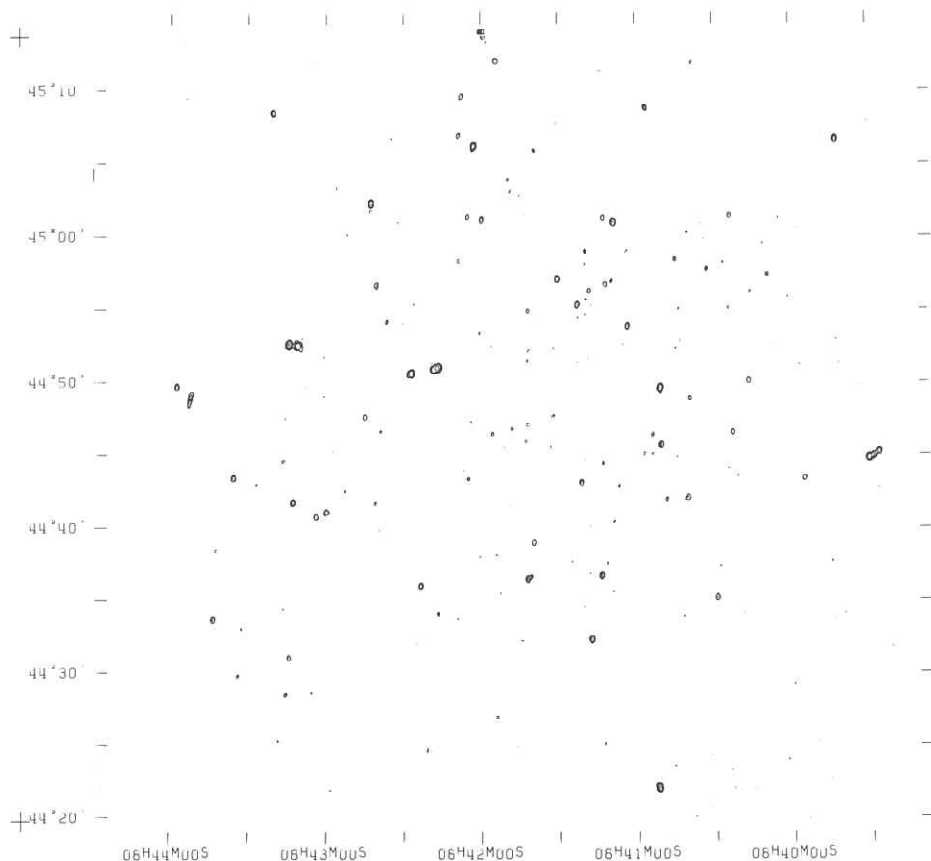


Fig. 3.4.17.

Contourkaart van de binnenste 0.9×0.9 van de gecleande 4×12 h WSRT kaart van het Leiden-Berkeley Deep Survey veld LYNX.2. Deze kaart bevat een compleet sample van 100 radiobronnen sterker dan $295 \mu\text{Jy}$ (5σ). De sterkste bron heeft een kaartpiekflux van 5.15 mJy . Contourwaarden zijn $+5\sigma$, $+3.75\sigma$, $+10\sigma$, $+20\sigma$, $+50\sigma$, $+100\sigma$, waarbij $\sigma = 59 \mu\text{Jy}$ per bundel. De bundel is $12.''4 \times 12.''6$. Het kruisje geeft het veldcentrum aan.

Contourmap of the inner 0.9×0.9 of the cleaned 4×12 h WSRT map of the Leiden Berkeley Deep Survey field LYNX.2. This map yields a complete sample of 100 radio sources stronger than $295 \mu\text{Jy}$. Contour values are $+5\sigma$, $+3.75\sigma$, $+10\sigma$, $+20\sigma$, $+50\sigma$, $+100\sigma$ with $\sigma = 59 \mu\text{Jy}/\text{beam}$. The beam is $12.''4 \times 17.''6$. The little cross in the centre marks the fringe stopping center.

stelsels gevonden die 1 tot 3 magn. minder helder zijn. Mogelijk bestaan de mJy radiobronnen ook gedeeltelijk uit een populatie van intrinsiek minder heldere stelsels op lagere roodverschuiving. Tesamen met Butcher (KPNO) werd spectroscopie gedaan aan radiostelsels in clusters op hoge roodverschuiving.

Mede namens Katgert, Windhorst en Oort Jr. presenteerde Van der Laan op IAU Symposium 104 in Kreta een overzicht- en voortgangsrapport van het Leidse programma van observationele kosmologie.

3.5. Radioastronomisch onderzoek aan het Sterrekundig Instituut te Nijmegen.

Redaktie: G. v.d. Burg.

3.5.1. Inleiding.

Het (radio-)astronomisch onderzoek in Nijmegen richt zich voor een belangrijk deel op de studie van de structuur, evolutie en dynamika van sterrenstelsels. Onder andere wordt onderzocht wat de invloed van eventuele interacties van sterrenstelsels met hun omgeving hierop kan zijn. Dit onderzoek is voor een belangrijk deel gebaseerd op waarnemingen welke met de radioteleskopen te Dwingeloo en Westerbork zijn gemaakt.

3.5.2. Hoge-snelheidswolken.

Een lange waarneemperiode te Dwingeloo in het kader van het diepe en complete survey naar hoge-snelheidswolken door Hulsbosch kon, na technisch uitstel, eind mei worden aangevangen. In 130 waarneemdagen zijn 7300 nieuwe profielen gemeten wat het totaal brengt op 23900 (87% van de geplande 27400). De reductie van alle vanaf december 1979 gemeten profielen (ruim 13300 stuks) kon worden uitgevoerd en een voorlopige lijst van gevonden componenten is gereedgekomen. Een eerste, voorlopige indruk van het nieuwe materiaal is dat enkele van de grote complexen op het noordelijk Galactische halfmond onderlinge samenhang lijken te vertonen.

3.5.3. M31.

In het afgelopen jaar is een aantal verfijningen in de reductie van de eerste serie 21-cm lijnwaarnemingen van M31 aangebracht (Bajaja en Shane). De analyse en interpretatie van de gegevens werden voltooid en de verkregen resultaten zijn samengevat in een inmiddels verschenen publikatie. De waargenomen HI wordt toegeschreven aan 2 aparte structuren waarvan één gezien wordt in projectie tegen het centrale deel van M31 t.g.v. een warp in het buitenste deel van de schijf, en de andere zich in het centrale deel van de schijf bevindt. Deze laatste component blijkt sterk gerelateerd aan spiraalarmen en vertoont sterke lokale afwijkingen van cirkelbewegingen.

3.5.4. Geïsoleerde stelsels.

Krumm en Shane voltooiden de reductie van WSRT waarnemingen aan 2 geïsoleerde stelsels (NGC 2712 en NGC 5301). De resultaten,

welke inmiddels gepubliceerd zijn, bevatten een aantal interessante konklusies. Zo blijkt de verhouding van de waterstof-straal tot de optische straal voor beide stelsels wat kleiner te zijn dan gemiddeld voor niet-geïsoleerde stelsels. Stripping van gas aan de uiterste rand van niet-geïsoleerde stelsels lijkt dan ook niet belangrijk te zijn. De waarnemingen vertonen bovendien een asymmetrische HI verdeling voor NGC 2712 en een warp in de gasschijf van NGC 5301. Dit wijst erop dat deze afwijkingen een inwendige oorsprong zullen hebben en niet noodzakelijkerwijs veroorzaakt behoeven te worden door zichtbare begeleiders.

Inmiddels zijn in de herfst van dit jaar nog enkele geïsoleerde stelsels waargenomen.

3.5.5. Vroeg-type stelsels.

De reductie van de waarnemingen van 3 vroeg-type stelsels (NGC 2655, NGC 4138 en NGC 2859) werd voortgezet en nagenoeg voltooid (Shane en Krumm). Een voorlopig verslag van de verkregen resultaten werd gegeven op IAU Symposium 100 (Besançon, augustus 1982). Het gas blijkt in alle gevallen een ringvormige structuur te bezitten waarvan de rotatie-as meestal niet samenvalt met die van het optische stelsel. (Fig. 3.5.1.). Van NGC 2859 zijn bovendien een aantal bekende begeleiders gedetekteerd en mogelijk een 2-tal HI wolken.

3.5.6. Stelsels met zwakke begeleiders.

Dit jaar werd door Van der Burg een begin gemaakt met een onderzoek naar sterrenstelsels omgeven door meerdere zwakke begeleiders. (Een voorbeeld van een dergelijke groep, NGC 2859, is hierboven reeds genoemd.) Uit de Zwicky katalogus is een selectie gemaakt van groepjes, geschikt om waar te nemen met de WSRT. Van een aantal van deze groepjes zijn dit jaar verkennende metingen uitgevoerd in Nançay op grond waarvan inmiddels een 4-tal groepjes in Westerbork is waargenomen (NGC 4111, NGC 3656, NGC 3329 en NGC 5899). Met de reductie van deze metingen is inmiddels een begin gemaakt.

3.5.7. NGC 4594 (Sombbrero).

Na een eerste analyse door Knapp (zie jaarverslag 1981) zijn er enige verfijningen aangebracht in de reductie van de Westerbork metingen van NGC 4594 (Shane en Van der Burg (Nijmegen), Bajaja (Leiden) en Faber (Univ. of California, Santa Cruz)). Met name is meer zorg besteed aan het korrigeren voor de sterke negatieve zijlussen in het antenne patroon van deze metingen (t.g.v. de lage deklinatie van dit stelsel).

Door Bajaja is een programma geschreven waarmee getracht is de verdeling en kinematika van het gas in dit stelsel te reproduceren. Hierbij is o.a. aangenomen dat alle HI in een vlak ligt en cirkelsymmetrisch verdeeld is. De konklusie die uit deze modelberekeningen getrokken kan worden is, dat de gemeten gasverdeling het beste gereproduceerd wordt door 2 (gedeeltelijk overlappende) ringen met een vlakke rotatiekromme. De snelheid en HI-verdeling ter weerszijde van het centrum lijken een marginale asymmetrie te vertonen.

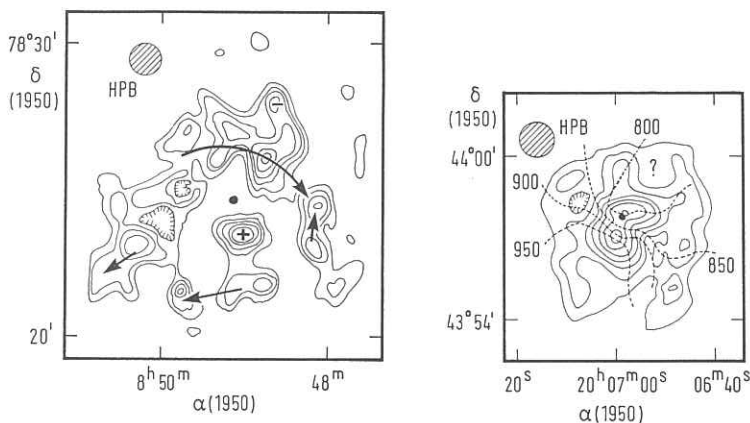


Fig. 3.5.1.

(links) Kaart van de kolomdichtheden van NGC2655. De contourniveau's zijn 1,8, 2,7, 3,7, $\times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$. De pijlen geven positieve snelheidsgradienten aan, in de gebieden met + en - zijn de snelheden exceptioneel, de punt geeft het optische centrum aan.

(rechts) Kaart van de kolomdichtheden van NGC4138. De contourniveau's zijn 0,4, 0,9, 1,3, $\times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$. De streep-lijnen zijn contouren van gelijke snelheid. Bij het vraagteken zijn de waarnemingen onvolledig.

(left) Column density map of NGC2655 with contour levels 1.8, 2.7, 3.7... $\times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$. The arrows indicate positive velocity gradients, the + and - regions of exceptional velocity and the dot the optical center.

(right) The same for NGC4138 with contour levels 0.4, 0.9, 1.3... $\times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ and with isovelocity contours added. The question mark indicates the incompletely observed region.

3.6. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht.

Redactie: A.D. Fokker.

In 1982 zijn door de radiogroep van de Utrechtse Sterrewacht geen waarnemingen meer gedaan met de WSRT.

Het eerder verkregen materiaal van radioheliografische waarnemingen werd verder bewerkt door M. Allaart en J. Kaastra. J. Kaastra analyseerde een zonnevlam die is geregistreerd op 16 mei 1981. Door ook H_{α} -waarnemingen van Hongaarse collega's alsmede radiospectrografische en röntgenwaarnemingen van Tsjechische collega's erbij te betrekken kon een tamelijk volledig beeld van dit verschijnsel worden verkregen. In het bijzonder bleek de opbouwfase interessant. Een eerdere constatering van A. Kattenberg aan de hand van WSRT-waarnemingen werd bevestigd, nl. dat de 6 cm straling voornamelijk van de voetpunten van magnetische lussen afkomstig is en niet van de toppen.

Voorts werd een kleine vlam onderzocht die tevens met VLBI (Dwingeloo-Onsala) was waargenomen. Het gedrag van de impulsieve fase geeft interessante aanknopingspunten voor de theorie.

Bij de analyse van WSRT materiaal betreffende andere vlammen was de student A.Th.P. Langerwerf betrokken.

J. van Nieuwkoop en M. Allaart ontwikkelden een reductiemethode voor de bewerking van het voorhanden WSRT heliografisch materiaal op 50 cm.

J. van Nieuwkoop vervolgde de analyse van voorhanden interferometrische waarnemingen betreffende de posities van stormstoten op de frequentie 243 MHz.

A.D. Fokker bestudeerde de zgn. "fiber"-bursts in het type IV continuüm aan de hand van radiospectra (60 kanalen spectrograaf) en gaf een alternatieve verklaringsmogelijkheid aan voor het ontstaan van de aangrenzende emissie/absorptie-"draden" van dit fenomeen.

J. Kuijpers verrichtte theoretisch onderzoek aan deeltjesversnelling in zonnevlammen en, in samenwerking met K. Tapping, in actieve gebieden, met bijzondere aandacht voor de betekenis daarbij van elektrische dubbellagen. Voorts maakte hij gebruik van de WSRT voor een eerste serie waarnemingen van vlamsterren in combinatie met gelijktijdige metingen in het ultraviolet (IUE). Daarbij werden het RS CVn-stelsel σ^2 CrB en de Algol-systemen TV Cas en V367Cyg waargenomen.

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 radioteleskopen van de Stichting RZM (de SRT en de Dwingeloo 25-m teleskoop) 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 1983. Dr. A.G. de Bruyn en Dr. G.K. Miley zijn eind 1982 uit de PC getreden. De PC dankt de uitgetreden leden voor hun inspanningen en zeer waardevolle bijdragen aan het werk van de commissie. Dr. P.C. van der Kruit wordt tijdens zijn verblijf op Mount Stromlo (Australië) vervangen door Dr. R.J. Allen.

In 1982 heeft de PC driemaal vergaderd, te weten 4 maart, 22 juli en 24 november. In totaal werden er 136 voorstellen behandeld, 23 voor 6 cm waarnemingen, 80 voor 21 cm waarnemingen en 33 voor 50 cm waarnemingen. De meeste vraag naar teleskooptijd is nog steeds voor 21 cm lijn waarnemingen neutraal waterstof, en er is dan ook ongeveer 6 maanden op 21 cm gemeten. De overige 6 maanden is waargenomen op 6 en 50 cm.

In 1982 zijn twee periodes besteed aan VLBI metingen met de SRT (7 dagen 21 cm in juli en twee weken 6 cm in december). Het inpassen van VLBI waarneemperiodes in het SRT schedule voor lokale interferometrie blijft een moeilijke zaak waar de PC zich voortdurend mee bezighoudt. Bij de SRT gaat de ombouw voor VLBI operaties vaak gepaard met het omwisselen van meer dan een frontend, iets wat voor de andere Europese VLBI telescopen niet geldt. In dat licht acht de PC de tendens om geen 21 cm VLBI meer te doen op zijn minst zorgelijk aangezien de SRT bijna een half jaar op 21 cm operationeel is en ombouw naar VLBI geen ontvangerwisselingen vereist. VLBI voorstellen worden beoordeeld door de Europese VLBI PC.

Er is een toenemende vraag naar zogenaamde redundantie waarnemingen te onderkennen. Deze redundantie waarnemingen gebruiken de SRT in een speciale configuratie waarbij basislijnen van dezelfde lengte maar met verschillende telescopen simultaan gebruikt worden. Daar metingen van basislijnen met dezelfde lengte identiek moeten zijn is het mogelijk om uit de metingen teleskoopfouten te bepalen met een veel grotere nauwkeurigheid dan met standaard calibratietechnieken mogelijk is. Op deze manier is het mogelijk om een zeer groot dynamisch bereik te verkrijgen.

Een nieuwe ontwikkeling is het gebruik van de SRT voor het waarnemen van vlamsterren. Veel tijd was hiervoor aangevraagd. Het

is niet geheel duidelijk hoe zinvol de SRT aan het onderzoek van vlamsterren kan deelnemen. Een groot aantal korte metingen zal begin 1983 verricht worden, zodat aan de hand van de resultaten nagegaan kan worden hoe vruchtbaar onderzoek aan vlamsterren met de SRT is.

Ongeveer 12% van de voorstellen voor waarnemingen met de SRT kwamen uit het buitenland, en wel uit Tucson (USA), Maryland (USA), Bologna (Italië), Meudon (Frankrijk), CIT, Pasadena (USA), Bonn (BRD), Manchester (Engeland), Heidelberg (BRD).

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.

Despite the influence of the economic situation, the Foundation has had a vigorous and productive year. The challenge posed by the Foundation's expansion beyond its historical radio astronomical boundaries brought about by the British-Dutch cooperation (80-20%) in optical and mm/submm astronomy at La Palma and Hawaii has been adequately met.

The Foundation will provide more than half of the Dutch contribution in manpower to the UK/NL collaboration, while the remainder will come from the universities. Most of the Foundation's effort will be in the mm and submm domain, but work for the optical telescopes, notably software and CCD development, is also being undertaken.

Although the British-Dutch collaboration has taken up a fair amount of the Foundation's resources, the SRT remains the basis of its service to the universities. The SRT has functioned well in 1982 and produced a large number of observations of high quality, mainly due to a higher reliability of equipment than in previous years. The SRT was used on a regular basis in the European VLBI network, a Mark III terminal being available in 1982. The Foundation and the MPIfR in Bonn both submitted proposals for an advanced VLBI central processing facility for the 80's and 90's but a choice must still be made.

Among the many projects going on in the Foundation, the following are of primary interest: development and construction of low-noise FET receivers; the building and initial tests of the 80 MHz DCB; the initial phases of the extension of the DLB to 40000 channels; the development of 327 MHz frontends; the building of a submm receiver for UKIRT.

Prof. Stumpers retired in 1982 as member of the Board. He was a founding member of the Foundation, and we thank him for his many contributions to our work.

The Foundation will have to work in difficult economic circumstances in the coming years. The Board has, however, great confidence that the flexibility and vitality of everyone in the Foundation will keep it at the forefront of astronomical research.

4.2.1. Westerbork Telescopegroup.

Looking at this years' statistics we see an increase in the production level of SRT observations. In addition to these figures the following points are noteworthy:

By using an improved FET amplifier the systemtemperature in our 610 MHz frontend receivers came down from 350 K to 110 K.

Many months of operations with cryogenically cooled frontend receivers showed a lot of weak points in these systems and gave a good indication of their possibilities and limitations.

The progress on system monitoring has been satisfactory although a lot has still to be done.

Routine maintenance: painting telescopes has almost been finalized this year. Mechanical repair and replacement will claim time in the coming years. Table I a,b,c (see section 2.1.) present the 1982 Telescope scheduling.

Table II in the Telescopegroup report gives the telescope usage as a percentage of total time.

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

4.2.2. Telescopegroup Dwingeloo.

For both 21 cm and 18 cm wavelengths new receivers became available for the 25 m-telescope. These are liquid helium cooled FET-amplifier systems replacing the old paramp, respectively up-converter systems. Testing facilities were improved. It is now possible to test frontends with the telescope backend system while they are still in the laboratory. Both new receivers performed quite satisfactorily during their periods of 6 and 3 months in the telescope.

A growing number of problems in the second quarter of the year turned out to be due to malfunctioning of the link between telescope systems and the computer. A thorough overhaul in July resulted in quite satisfactory performance in the second part of the year.

In February the decimeter wave solar spectrograph was returned to bands around 440 and 880 MHz to search for harmonic relations in radio flare spectra. A prototype cm-wave solar spectrograph became operational. It was used in the 25 m telescope during a few short campaigns and from December in the 3.5 m telescope.

4.2.3. Computergroup.

No hardware has been added to the telescope control computers in Westerbork and Dwingeloo. The memory of the PDP11/70 data

reduction computer was augmented with 64k words. Another 300M bytes disk drive and 512k bytes of memory were added to the VAX 11/780 system (making a total memory of 2.5M bytes and storage capacity of 680M bytes). A DeAnza colour display unit was installed. Four new terminals were bought, of which two have a graphics option.

Hardly any of the modifications to the WSRT on-line software are of a spectacular nature. Most of them contribute to improvements in accuracy, dynamic range or reliability. Others, like an on-line shadow correction, are another step in completely correcting the data in real time. Increasing the I/O buffers considerably deminished the number of disk accesses significantly. Interference of off-line programs using the same data disk no longer occurs. The monitoring of instrumental data and the display of these data were improved. Because it is no longer practical to use a separate sidereal time clock, the system was modified to run on UT. Also, observations can now start and stop every 10 seconds, rather than each minute. Integration of the Haystack MarkIII software is virtually complete.

Modifications to the Dwingeloo telescope control software were minor. Data reduction can now be performed in semi real time.

The software package for the standard processing of WSRT data is rather stable. The only significant change was a combination of different versions of the data correction program LINOBS, with different options, different I/O and different structure into one program.

The redundancy/selfcalibration package was improved in many details. Also it was made considerably more user friendly. The availability of a user's manual takes the designer of the programs out of the operational loop.

Unfortunately, the attempts to steal or borrow the basic environment for a general data analysis facility from either NRAO or STARLINK were not successful due to unsuitability of the one and unavailability of the other system. The contacts with STARLINK did, however, impact the subsequent design of the DWARF (Dwingeloo Westerbork Astronomical Reduction Facility) system considerably. Very significant progress was made in the implementation of this system. An application programmer's manual and a user's manual are being written now. Adapting a number of existing software packages to DWARF will enable us to test the system properly.

A new financial administration program was written in order to improve control over the budget.

The standard WSRT data reduction could be kept on schedule during the entire year. For the first time corrections for ionospheric refraction derived from data obtained from the Netherlands Meteorological Institute were applied routinely. In general this improved the 50-cm observations by a significant amount. Further studies on the origin of the variations in ionospheric refraction are still in progress.

The WSRT Newsletter with information about all stages of the

WSRT signal processing (from receiver to data analysis) was published monthly.

Contributions by individual members of the computer group were made to the VLA pipeline software, towards the design of the data processing of the astrometric satellite Hipparcos and to software for the processing of the data from the Low Resolution Spectrometer of IRAS.

The computer group is involved in the design of a remote control system for the La Palma telescopes and their instruments. Also, initial steps were taken towards the design of a data base and archiving system for La Palma, which will be built by the NFRA.

4.2.4. Laboratory and Central Technical Services.

The largest project in 1982 for the Laboratory and CTD has undoubtedly been the Digital Continuum Backend (DCB). We mobilised as much manpower as possible so that towards the end of the year one could begin with the installation of the receiver in Westerbork. While the IF units and the A/D converters were completed by the middle of the year, we had to wait until november to see the end of the cabling operation in Westerbork. As a result of the complexity of the system a huge amount of cables, coaxial and others, and connectors needed to be installed. The wiring of the correlator backplane also proved to be a very time consuming task. The first 20 MHz module was completed in the middle of 1982. Two of them have since been extensively tested in a configuration including the whole digital delay system and the DCB processor.

After the summer of 1982 three technicians left temporarily the Netherlands for a position within the UK/NL cooperation: J. Buiter went to the La Palma Observatory (LPO), A. Doorduyn to the Royal Greenwich Observatory (RGO) and J. Dekker to the Rutherford Appleton Laboratory (RAL).

At the same time we made our first steps into the newly opened fields. Laboratory and CTD have in particular invested substantial amounts of money and time into developments for millimeter instrumentation. The mechanical workshop has purchased several essential pieces of equipment for machining with micron accuracy while the Laboratory organized adequate facilities for handling diodes, whiskers, etc.

This new involvement has created a shortage of manpower for the more traditional projects of the Laboratory and CTD. On the frontend receiver front the main effort concentrated on the new frontend series for 327 MHz. In February an interferometer test was run in Westerbork in order to identify the problems. We measured strong interference from military sources and also from the sun. The perspectives for having the first removed and the second sufficiently reduced looked good so that the decision was taken to build the whole series of 14 receivers. The coaxial feed

system which has been designed in cooperation with the Technological University of Eindhoven has an efficiency of about 60% and excellent polarisation properties. Five of the 14 frontends will have their polarisation plane rotatable. The system temperature at 327 MHz is about 180K. According to the planning, the whole series is expected to be completed in the fall of 1983.

The cooled 6/21 cm receivers have worked satisfactorily for most of 1982. Most problems were caused by the refrigerators. The second spare cooled system became operational after the summer and was tested in the telescope for a short period. This new system is equipped with wideband FET amplifiers following a NRAO design and covering the 21 and 18 cm band simultaneously. The lowest receiver temperature measured at the input waveguide flange is 11K. All cooled frontend receivers will in 1982 be similarly equipped. The production of the necessary FET amplifiers has started.

At 6 cm wavelength we have developed our own FET amplifiers with the purpose of replacing failing or aged equipment. One of these amplifiers has already replaced a cooled AIL amplifier in the spare frontend.

The extension of the Digital Line Backend (DLB) from 5000 channels to 40,000 channels has progressed significantly in spite of manpower shortage. The boards for the 67 Mbit input memory have been fabricated, mounted and tested. It consists of 29 multilayer boards using some 36 64k-RAM's per board and operating at 20 MHz.

Towards the end of 1982 a fair fraction of the backplane was already wired. The output buffer (12 Mbit) and the decoding and data buffering to the HP processor have been completed and the tests started. It concerned mainly communication tests between the processor and the control registers through the multiplexer. A large fraction of the necessary control and test software (written in Pascal) is ready.

On the VLBI front, 1982 is the year that our Mark III terminal arrived. After installation in Westerbork a successful VLBI test using only 10 MHz bandwidth was taken. The full Mark III bandwidth will not be available until the DCB and the interface to the terminal are completed. The interface taps the signals after the digital delays of the DCB and processes them in order to synthesize a tied array in both left and right circular polarisation. The design and the construction of the interface has started in the beginning of 1982. As a consequence of the complexity of the DCB itself, the interface turned out to be a quite complex item of appreciable size. By the end of 1982 only the datasplitter was under construction while a DCB test simulator had been completed.

High priority has been given to the projects related to millimeter work. It meant for the mechanical workshop machining at micron level. As a first step, a 350 GHz mixer mount has been successfully built while facilities for electroforming were organized and taken into use.

The 4K refrigerator which had been built for the maser test

in 1981 has been tested for reliability in several sessions in the course of 1982. The system failed a few times due apparently to breakdown of the helium system. Thorough cleaning is now possible using a "cooled trap" built for that purpose. In parallel to this work another possibility has been investigated for cooling millimeter receivers. The new refrigerator is a hybrid system using an open dewar where two radiation shields are cooled by a CTI refrigerator.

This device is planned for the 350 GHz UKIRT frontend receiver being built in Dwingeloo. A large fraction of this receiver has already been tested. The mixer was toward the end of 1982 practically ready for assembly. The Laboratory and CTD have also produced the IF system for this receiver as well as the local oscillator system based on a carcinotron. The cooled FET preamplifier at 1400 MHz had a minimum noise temperature of 8K when cooled to 20K.

Future millimeter frontend receivers will require a greater integration between mixer and preamplifier. A very thorough analysis of the problems associated with this idea has been carried out. Extensive measurements on FET circuits have been made which have led to a much better understanding of the mechanisms taking place in the device.

In the course of November the Laboratory received from the Millimeter Telescope Receiver Working Group an announcement of opportunity to take part in a programme of Research and Development for the common-user receivers of the MT. The Laboratory has responded to six of the 15 projects.

RZM has also been involved, although on a small scale, in the design of the MT itself, and in particular with the study of the receiver system. A contribution has also been made to the study of the thermal behaviour of the telescope and its enclosure. Thanks to the availability of a very efficient computer programme on our VAX computer we were in a position to integrate very complex models. The final model used in the calculations yielded some 60 nodes and 100 system variables.

Some time has also been invested into the control and data acquisition system for the MT with the accent on remote operation. It resulted in a report (ITR 166).

In close cooperation with the Utrecht Observatory, the CTD has built a new chopping secondary mirror for the UKIRT. The control system which has been built in Dwingeloo uses the design of the IRTF telescope (NASA Infrared Telescope) on Hawaii. The completed mirror system was tested in the fall of 1982 and was found to meet the specifications.

Some theoretical work has also been invested in the study of a digital solution for a millimeter spectrometer. Several possible architectures for bandwidths of 500 MHz to 1 GHz have been looked into using digital filtering and efficient transforms. FFT's, Walsh-Hadamard Transforms, Rectangular Transforms and Number Theoretic Transforms have been studied.

Laboratory and CTD colleagues detached to the UK/NL cooperation have been involved in several projects: Doorduyn worked at RGO on the Prime Focus Automatic Plate Changer for the Isaac Newton Telescope while Buiter at LPO was involved with the integrating TV system. At RAL Dekker has assisted Van der Stadt from Utrecht Observatory with the design of the chopping secondary mirror for the MT.

Negotiations with RGO in 1982 have led to a cooperation for the design of a new generation CCD controllers planned in particular for the 4.2 m telescope. This project started to take shape towards the end of the year.

Under smaller developments where Laboratory and CTD were involved we must mention the continuous attention given to the observing system at both Westerbork with the SRT and at Dwingeloo with the 25-m telescope and the smaller telescopes and their receivers. Except for the centimeter spectrometer frontend which has been installed on the 3.5 m telescope after a session on the 25-m telescope the work concerned practically only improvements or repairs.

The CTD has also given some assistance to the Kapteyn Sterrewacht Workgroup in Roden for the modernisation of the drive for the Dutch Light Collector at La Silla (ESO).

4.2.5. Astronomy Group.

The group returned to its full complement of six astronomers in 1982 with the arrival of Bob Hanisch from University of Maryland and James Albinson from Cambridge University.

The research projects of the Foundation astronomers are summarised in section 4.3.1.

The service tasks of the astronomers cover a wide range of activities. Responsibility for the reprint and preprint service was transferred from de Bruyn to Albinson in May. Twenty five preprints and a list with 14 reprints were distributed in 1982. The Quality Monitoring Committee met once early in the year with Strom as chairman and de Bruyn as a member. The fact that only one meeting was held is a tribute to the generally smooth running of the SRT. De Bruyn continues to be involved in SRT calibration and in discussions on, and experimentation with, redundancy techniques for high dynamic range mapping. Hanisch is responsible for maintaining and updating the AIPS package on the Dwingeloo VAX, while Neff has spent some time on VLBI software. Neff has taken over the preparation of VLBI network observing sessions in the Netherlands. De Bruyn, Strom and Schilizzi each spent two months as Westerbork "resident" astronomer in the inter-regnum between the departure of Willis and the arrival of van der Hulst.

De Bruyn remained a member of the SRT Program Committee in 1982, and held responsibility for Dwingeloo telescope proposals. Schilizzi is the secretary of the European VLBI Program Committee,

and a member of the Astronomy Working Group of ESA. Strom is the secretary of the Netherlands Working Group on Galaxies (Landelijke Werkgemeenschap Sterrenstelsels). Raimond continued to participate in IRAS project meetings as a member of the scientific team and as advisor on data reduction. De Bruyn also took part in some of IRAS science meetings. Neff is a member of the Software Committee of the European VLBI Network.

The astronomy group continued to play an active role in stimulating contacts with astronomers outside the Foundation, in particular at Leiden, Groningen and Utrecht. De Bruyn, Schilizzi and Strom all share in supervising the research projects of several Ph.D. students in Leiden. Five of the six members of the group attended the IAU General Assembly in Patras. Schilizzi spent the months May to July at the CSIRO Division of Radiophysics in Sydney on the Distinguished Visitors program; Hanisch left in December for six months at the University of Maryland on a visiting appointment.

A list of the colloquia given by Foundation astronomers is given in Appendix E.7.

4.2.6. Administration.

For each personnel member, a review of his function and a work evaluation was carried out in the first quarter of 1982.

Considerable attention was paid to meet the Dutch manpower contribution in the UK/NL cooperation in ground-based astronomy on La Palma and Hawaii. Personnel members with their families were sent out to La Palma, Herstmonceux and Abingdon on a temporary basis.

Our financial administration was transferred from the PDP11/70 to the VAX11/780-computer enabling us to follow our budgets in detail on a day to day basis.

During 1982 we were able to employ a few young people on a temporary basis, as additions to our normal budget; their salaries being paid from a separate budget.

We are happy to have a good accommodation now for colloquia, meetings and visiting astronomers and technicians in the observatory at Dwingeloo. This is obviously a great help in promoting good contacts between astronomers and the instrument-technicians and bringing the scientists to our observing and other facilities.

One of the traditional duties of the Foundation is furnishing information about radio astronomy not only to members of the public genuinely interested in our work but also to the numerous tourists and schools visiting the observatories in Dwingeloo and Westerbork.

Appendix C gives an indication of our finances for 1982 and 1983.

4.3.1. Astronomical research done by Foundation staff members.

4.3.1.1. Introduction.

The bulk of the astronomical research within the foundation is conducted by the six members of the astronomy group. Their research is centered on line and continuum studies of galactic objects and the interstellar medium and continuum studies of extragalactic objects using the WSRT and VLBI techniques. However, an increasing amount of work is being done using facilities operating in other wavebands. In addition to the members of the astronomy group about half a dozen other staffmembers are involved in astronomical research projects.

This years' report is more detailed than that of previous years. Illustrations of particular research results still appear in the Dutch section of this annual report (section 3.1.); however, English figure captions are also given there.

4.3.1.2. Solar research.

The solar research had largely a direct relation with the solar maximum year (S.M.Y.) program. For us it comprised studies of the structure of active regions in the chromosphere and low corona as well as of flare processes in these areas.

Slottje and Shibasaki (Toyokawa, Japan) worked with several colleagues from Arcetri and Torino (Italy), Rutherford and Appletonlabs (UK) and Tufts University (USA) with radio, X-ray, UV and optical data. An interesting result was that the transition zone was shown to be much thinner above sunspots than elsewhere. The combination of radio maps with X-ray and UV data (fig. 3.1.1.) enabled the identification of radiation contributions from the free-free and the gyro-synchrotron mechanisms. As a result the magnetic structure of an active region in the low corona could be depicted by some magnetic field strength contours.

The long term project of analysis of fine structures in radio flare spectra around 1 m wavelength in spectra of types IV and II was completed by Slottje with an Atlas with a review and extensive discussion of these structures (fig. 3.1.2.). They were found to be commonplace as far as they could turn up with any flare and hence do not require rarely occurring conditions; on the other hand, they are generally remarkably homogeneous and hence originating in only one small homogeneous source at a time. The interpretative models were tested. Some models, like those for zebra patterns (fig. 3.1.2c.) turned out to be inadequate, others, for example that for fiber bursts (fig. 3.1.2b.) appeared to be rather satisfactory. The latter model could be used to deduce magnetic field strengths in an otherwise inaccessible area of the corona. It was found that in sources of these fine structures in type IV continua the magnetic and kinetic pressure were either

balanced or the magnetic pressure was somewhat higher. In current physical models of these fine structures the plasma regime is supposed to be that of weak turbulence. In particular the analysis of pulsating structures (fig. 3.1.2a.) revealed that this is not beyond questioning. It might well be that the strong turbulence regime has to be taken into account as well. In that case the interactions between electrical, mechanical and magnetic forces change character and a different set of mechanisms may be at play as generators of the fine structures.

4.3.1.3. Galactic research.

Albinson, who joined the astronomy group in April, collaborated with T.Troland (Berkeley), W.M.Goss, U.J.Schwarz (both Groningen) and Bregman in new (4x12-hour) observations of the Zeeman-effect in HI absorption towards Cas A. The reduction proved to be a complex and time consuming matter but the final results appear to be of very good quality. The magnetic fields are clearly very complex; interpretative work is just beginning. Albinson also reduced sensitive high angular and velocity resolution observations of HI absorption and emission towards 3C10 (4x12-hour, 1 arcmin, 0.5 km/s). This work is done in collaboration with P.Kalberla (Groningen/Bonn), Goss and Schwarz (Groningen). Effelsberg 100-meter observations of the same field are being added into the hole in the centre of the WSRT baseline plane in order to map fully the HI emission. The object is to investigate in detail the absorption towards 3C10. The supernova remnant 3C58 has been observed in a like manner for the same reasons.

In collaboration with M.Birkinshaw (NRAO, Cambridge) Albinson made HI observations of the Herbig-Haro objects HH 7-11. This is to test the idea that these HH-objects are blobs of material travelling through a molecular cloud at high speed, and that in consequence molecular hydrogen is converted into neutral hydrogen in a trail behind the HH-objects. Reduction is complete but a preliminary look at the data does not show any significant HI emission in the immediate vicinity of the HH-objects.

Working with H.R.Dickel (Illinois) and T.R.Gull (NASA Greenbelt, USA) Harten completed a study of the optical and radio emission of the HII region W3 (fig. 3.1.3.). The main findings of this work, submitted for publication to A & A, were an optical jet-like feature in W3A associated with a trough in the radio emission and a detailed map of the A_V -distribution in the area. Harten also made observations of the HII region W5; reduction is in progress.

In collaboration with G. White (QMC, London) Harten began a study looking for high velocity flows in bi-polar nebulae in infra-red and sub-mm line emission with two observing sessions at UKIRT. At present they have B_{α} IR maps of S106 and S87. A number

of objects has been observed in CO (3→2) with a few possible flow candidates.

Schilizzi continued the analysis of SS433 VLBI data from measurements in 1981, together with J.D.Romney (MPIfR, Bonn), R.E.Spencer (Jodrell Bank) and I.Fejes (Budapest). The provisional conclusions outlined in the 1981 annual report have been confirmed and a paper is in preparation. A new series of six measurements spaced at three day intervals was carried out in December 1982 to trace the evolution of blobs in the radio jet structure; the results are not yet to hand.

Spoelstra and S.R.Pottasch (Groningen) made WSRT observations at 6, 21 and 49 cm of Nova Aquilae 1982. Optical and ultra-violet observations of this nova show it to be a very remarkable object with expansion velocities of up to 10,000 km/s. Observed peak brightness at 6, 21 and 49 cm are 20, 14 and 8 mJy, respectively (fig. 3.1.4.). Spoelstra also reduced observations, done in the redundancy mode, of the planetary nebulae NGC7027 and NGC6826 in an attempt to detect radio emission from any haloes. No halo was discovered around NGC7027 although the data are not of the best quality. More promising is the situation in the case of NGC6826, but the reduction is still not finished. This research is done in collaboration with R.Gathier, W.M.Goss, S.R.Pottasch (all Groningen) and H.E.Matthews (Herzberg Institute, Canada). During 1982 Spoelstra, W.Hermesen (Leiden) and J.B.G.M.Bloemen (Leiden) made several observations of the area towards the gamma-ray source CG195+4. The reduction of the data is nearly finished.

Strom worked on several projects involving galactic supernova remnants. In collaboration with Ma Er (Leiden/Beijing, China) he rounded off the reduction of WSRT observations of 3C58. The new material consists of data at 49 and 6 cm wavelengths with resolutions of 28" and 3."4, respectively. In their analysis they also made use of the old WSRT observations of A.S.Wilson and K.W.Weiler taken at 6 and 21 cm wavelengths. The data are being analysed for spectral index and (Faraday) rotation measure distributions; also, an attempt is being made to measure the expansion rate of this relatively young supernova remnant. The new 6 cm map (fig. 3.1.5.) exhibits quite complicated structure with several small scale features, the interpretation of which is to be viewed in connection with the Einstein X-ray maps. The compact X-ray source lies close to the radio centroid (see cross in figure) but does not coincide with it. It falls right between the two brightest radio features. Presumably the compact X-ray source is to be identified with the centre of activity in 3C58, and may be similar to the central 'engine' in the Crab. The radiobrightness enhancements to the NW and SE of the X-ray source then testify for recent activity in this supernova remnant. The spectral index and rotation measure maps are very similar to those of Wilson and Weiler. The spectrum between 21 and 49 cm is constant everywhere. The rotation measure varies across the source and the new map shows for the first time that most of the

variation is due to a sudden change along a line intersecting the source. The change is probably caused by a discontinuity in foreground interstellar matter, and therefore has nothing to do with 3C58.

Strom also continued work on the expansion of 3C10 (Tycho's SNR). Using the maximum entropy algorithm the 21 cm brightness maps have been reanalysed, resulting in a higher spatial resolution. The results show that the peaks in the map between the centre and the rim also share in the expansion, and do so at progressively larger rates when they are located closer to the rim. This is, of course, exactly what one would expect from the radio morphology which suggests a thin shell structure. A first step was made with the analysis of the 21 cm polarization data. In general, the 1971 and 1979 polarization maps are very similar but there are a few interesting exceptions. In the vicinity of some of the optical features large changes in the polarization position angle are seen, suggesting that there has been an increase, or decrease, in the thermal electron content along parts of the outer edge.

A third supernova remnant being investigated by Strom and W.P. Blair (CFA-Harvard) is CTB80. They have compared optical plates of the centre of this strange supernova remnant taken in 1953 (Palomar Sky Survey) and in 1981 (with the McGraw-Hill telescope). The analysis is based on densitometry tracings of these plates using the Leiden-Astroscan. There are small differences between these plates which suggest expansion. However, one of the uncertainties in the analysis is the smaller bandwidth of the 1981 plate material. If the results are correct, they imply that (part of) CTB80 is rather young.

In collaboration with R. Braun (Leiden), Neff and Schilizzi, Strom made VLBI observations of several galactic supernova remnants. One of their aims was to search for active Crab-nebula-like centres of emission. Observations, done in July using Westerbork and Effelsberg, were being correlated at the end of the year.

A final research topic concerns the galactic centre. Bregman and colleagues from Groningen worked on recombination line observations of Sgr A. This research is described in detail in the Groningen part of this report. Van der Hulst, H. Liszt (NRAO), W.B. Burton (Leiden) and M. Ondrechen (Minnesota) finished their inquiry into the properties of the HI absorption in the direction of Sgr A, using data obtained with the VLA. The spatial resolution in the data was 7" (0.34 parsec). The velocity-patterns are very complex. Additional observations of the CO molecule using the NRAO 36-ft millimeter telescope reveal the distribution and velocity of molecular hydrogen. A comparison of the latter and the HI data indicates that in regions of high H_2 density large concentrations of HI exist, suggesting that a large part of the HI absorption is being caused by the 1-5% residual HI gas in dense molecular clouds. The HI data also reveal that the absorption at +50 km/s

occurs against Sgr A East as well as against the VLBI radio source and its immediate vicinity in Sgr A West. The implication of this result is that both Sgr A East and West are behind the +50 km/s gas and presumably at the same location.

4.3.1.4. Extragalactic research.

Nuclei of galaxies and other compact emission.

Considerable effort has been devoted to studies of compact structure in active galaxies. In the radio domain this was largely done through VLBI observations using the European and North American networks. Schilizzi, in collaboration with C. and R. Fanti and P. Parma (Bologna), W. van Breugel (Steward Observatory) and G. J. de Waard (Leiden) continued work on a study of some 19 compact steep spectrum (CSS) sources. These are all objects with low frequency turnovers in their spectra (~ 100 MHz) and overall sizes of $< 2''$ to $4''$. The aim of the project is to test some of the current models for radiative processes in radio sources. Published VLBI, MERLIN and VLA work on some of these sources reveals fine structure on the scales of tens of milli-arcsec (marcs) and jet-like morphology a few kpc in size. These compact structures are suggestive of continuous energy flow in the form of relativistic particles and, perhaps, thermal plasma from a centre of activity down a channel. In classical double sources, the channels feed into the lobes which extend over scales of several tens of hundreds of kpc. The CSS sources however, are not associated with prominent extended radio sources (but see work by De Bruyn) and their nature and relationship to classical double sources is not clear. Our earlier study of 3C138 with B. G. Geldzahler, K. W. Weiler and D. B. Shaffer suggested that this source may be an unconfined jet, and that the absence of associated large scale components is due to an inefficient transfer of energy to large distances.

VLBI maps are available for 8 of the sources in the sample of 19 (5 from our work, 3 from the literature); the structures can be characterised as (i) well-separated components with complex internal structures (3C237, 343.1), (ii) core-jet (3C119, 138, 147, 286 on marcs scales), (iii) complex, perhaps end-on jet (3C287, 343) (see fig. 3.1.6.). Data has been obtained on a further 3 sources and observing time requested for another 2 sources. Detailed study of the significance of these results will have to wait for the completion of the project.

A project to determine the compact structure of 3C13 was carried out by Schilizzi and J. B. Usowicz (Torun) while the latter was visiting Dwingeloo. The northern lobe of this $28''$ double was found to have a complex structure with what appears to be a hotspot (< 50 marcs) and some extended emission (~ 100 marcs). The southern lobe is somewhat extended. The physical conditions implied by these observations are under study.

P.Barthel, G.Miley (Leiden) and Schilizzi have worked on a series of VLBI and VLA measurements on samples of sources under study by Barthel for his thesis. These measurements have been made on the intermediate scale structure of high redshift quasars, the small scale structure of cores of quasars, and in hotspots in the lobes of extended quasars. Some work has also been done on the core of the giant radiogalaxy 3C236 and on the large scale structure in this same object using the WSRT in redundancy mode.

Schilizzi spent some time refining the samples of objects to be studied by G.J.de Waard for his thesis project on the radio and optical properties of active nuclei in galaxies and quasars.

Among De Bruyn's research projects in the field of galactic nuclei is a study of the centre of M82 being carried out with P.Wilkinson (Jodrell Bank). They have reduced their 18cm data on the "nucleus" of this nearby irregular galaxy and obtained a hybrid map by combining observations from 6 baselines. It shows a symmetrical, elongated source with an unresolved central component whose diameter is only a few marcs. This suggests that they have observed the active nucleus of a galaxy, although the possibility of a more exotic phenomenon, a peculiar supernova remnant or SS433-like object, cannot be ruled out. An article describing this work is in preparation.

De Bruyn has also been involved in short 21 cm VLBI observations of a sample of Seyfert galaxies which reveal fine scale structure in their nuclei on a scale of 50 to 100 marcs. Together with Neff, he observed the two strongest sources, Mkn 3 and Mkn 348 with three stations (Effelsberg, Jodrell and Westerbork) at 21 cm in July for some 12 hours. Although much of the Mkn 3 measurement was unfortunately lost, progress has been made in reducing the Mkn 348 observations. Maps (fig. 3.1.8.) of this Seyfert galaxy nucleus indicate that the core is triple and linear, with a size of approximately 60 parsecs. Further observations are needed to determine which component is the core, but it appears that this galaxy may be a low-luminosity version of the jets frequently observed in radio galaxies and quasars. In an article being prepared at the end of the year, the results of De Bruyn's program in which he has monitored the continuum flux density of Mkn 348 since 1979 are also reported.

Among the VLBI observations Neff has been involved in, those of 3C418 are especially noteworthy. They indicate a continuous jet which bends through a considerable angle. A comparison of these 6 cm measurements with 18 cm observations made at Jodrell Bank lends credence to the view that the jet is nearly parallel to the line of sight and that it has a bulk velocity of about 0.5 c. Work on this project is continuing.

In addition to his radio work, De Bruyn has also been involved in several projects to investigate the optical spectra of Seyfert nuclei. During a visit to Caltech in October data from the last ten nights of the spectrophotometric monitoring program were reduced. The nature of the observed changes is quite variable.

Some objects (e.g. Mkn 79) can decrease in intensity by about 1m within a period of 3 months and just as quickly recover their initial brightness. Moreover the broad emission line region appears to be able to react to the changing continuum intensity on a similar time scale. For such a short reaction time one can infer that the broad lines are produced in a region no larger than 3 light months (3×10^{17} cm).

A large number of objects, including the classical Seyferts NGC 4151 and NGC 5548, exhibits secular intensity changes. The timescales involved can reach several years, which means that a long term program lasting for about 10 years is necessary to understand the causes of this variability. The existing data will therefore be especially investigated for correlations between the continuum intensity, spectral index and emission line parameters.

In addition to this low resolution photometric work on the spectra of Seyfert nuclei, De Bruyn and E. van Groningen (Leiden) have been doing a detailed study of broad emission line profiles. In September and October they obtained high resolution ($1\text{\AA}$, $2\text{\AA}$ and $4\text{\AA}$ FWHM) spectra of about a dozen Seyfert galaxies. The observations were done using a photon counting system (sometimes referred to as the Sheckograph after its builder Sheckman) on the Las Campanas (Chile) and Mt. Wilson (California) 2.5 m telescopes, and were made possible by a generous (16 nights) award of observing time. The spectra are of very good quality and reveal structure in the line profiles which had previously gone unnoticed (see fig. 3.1.7.). Throughout the year, De Bruyn and Van Groningen worked on theoretical problems related to the origin of the line broadening, with special attention given to the implications of the presence of a radiating accretion disk.

Large scale structure of radio sources.

Studies in this field have again been stimulated by progress in applying redundancy and closure phase/gain techniques to WSRT measurements. De Bruyn has been intensively involved in this work, assisting Noordam in the development of new software. A discussion of the technique and the presentation of results on 3C84/NGC1275 (see the 1981 annual report) appeared in Nature. Observations have also been made of primary WSRT calibration sources such as 3C48, 3C147 and 3C286 to determine, among other things, the ultimate dynamic range achievable with the Westerbork Telescope. In these measurements a dynamic range in excess of 10,000:1 has been obtained around each source, the present limits apparently still imposed by receiver noise (fig. 3.1.9. shows an example). The observations are also interesting from an astrophysical viewpoint, the three calibration sources mentioned above all show an extended "halo" which contains well under 1% of the total flux emitted. These extended components have a linear size of several hundred kpc and the possibility that they might be the normal lobes of double radio sources is being investigated. Their precise

relationship to classical double sources and objects such as the superluminals remains unclear.

Schilizzi and De Bruyn, in a separate project, completed work on 6 cm WSRT redundancy observations of the faint extended structures associated with the superluminal sources, and have submitted a paper to Nature (fig. 3.1.10.). There is considerable interest in the large scale emission because it reflects the long-term behaviour of the sources and may give some clue to the process observed on mars scales. All superluminal sources except 3C273 have emission on both sides of the core component. In order to avoid exceptionally large sizes for the extended structure, Schilizzi and De Bruyn suggest that the dominant, long-term axes must be at least 20° to 30° from the line of sight. This angle is considerably larger than that demanded by the relativistic beaming interpretation of superluminal motion, and implies that a wobble or precession of their ejection axes has taken place. Superluminality may thus be a temporary phenomenon.

Hanisch is involved in two studies of extended emission near strong sources requiring high dynamic range. In one he has obtained redundancy mode observations of Coma A, a strong radio galaxy located near the Coma cluster (but not actually associated with the cluster), to see if the extended emission located to the south-east of this source detected at 608.5 MHz with the WSRT by Jaffe, Strom, and Willis is associated with Coma A itself or with the Coma cluster. If associated with Coma A, the implied linear source extent would be of order 3 Mpc. If associated with the Coma cluster, the extended emission would constitute a new type of radio halo emission not centrally located in the cluster.

Hanisch has also been working on redundancy observations of 3C123 made at 1412 MHz. Previous high dynamic range observations done with the Effelsberg telescope showed a number of faint sources near 3C123, as well as a possible bridge of emission connecting 3C123 to two of the weak sources. If this bridge is real, and if it represents a real physical connection between 3C123 and the weak sources, the total source size is of order 10 Mpc. The WSRT observations have been made to try to confirm the Effelsberg results. Thus far, at a dynamic range of about 30 dB, no evidence for a physical connection has been found, although more data reduction is necessary before a more conclusive statement can be made.

In more conventional continuum mapping, Strom has, together with P.Parma, R.Fanti (Bologna), and R.D.Ekers (NRAO), completed a study of the large scale structure of the radio source 3C31. This object, associated with the galaxy NGC383, consists of two long and relatively narrow lobes which span a distance of more than 500 kpc (see fig. 3.1.11.). The emission originates close to the center of 3C31 as two fairly well collimated jets which appear to link the galaxy with the outer components.

One of the remarkable facts about this system is that NGC383 is the central and dominant member of a chain of galaxies, all

with the same redshift, which roughly coincide with the inner part of the radio source. A chief objective has been to explain some of the morphological peculiarities observed. The fact that NGC383 has a companion in close proximity (NGC382) has been used in the past to explain distortions in the inner radio source in terms related to the dynamics of a close encounter. These arguments cannot apply for the more distant outer parts. Moreover, one is faced with the problem that low density (i.e. light weight) radio lobes will, in the vicinity of the galaxy with its gravitational field and the density gradient of its atmosphere, tend to deviate from the regions of high density because of buoyancy forces. This appears to be contradicted by the fact that in several places the lobes appear to deviate towards the chain of galaxies. As a result it is suggested in an article which has been accepted for publication that the lobes are "heavy" and are able to react to the gravitational attraction of galaxies in the chain.

In collaboration with Van Breugel (Steward Observatory), Heckman (Maryland), Bridle (NRAO), Butcher (KPNO) and Balick (Washington), Strom has been involved in a radio and optical study of the so-called jet in the DA240 galaxy. Discovered some years ago by Burbidge, Smith and Burbidge, this phenomenon consists of relatively blue emission extending south of the galaxy nucleus which was found to be blue-shifted with respect to the DA240 galaxy's systemic velocity. Originally thought to be evidence for material ejected from the galaxy at more than 3000 km/s, the new observations suggest that it is more likely to be a foreground spiral projected onto DA240. The new evidence includes the fact that no continuum emission could be detected from the "jet"; that new images look more like a dusty, nearly face-on galaxy than a well-collimated jet; that optical spectra probably show stellar absorption features at the lower redshift; and that there is a nearby foreground galaxy at nearly the same redshift.

Together with K. Johnston (Naval Research Laboratory), K. Kuhr and P. Strittmatter (Steward Observatory), P. Biermann, A. Eckart, A. Witzel and A. Zensus (MPI-Bonn), Strom is involved in a multi-wavelength study of sources from the S5 high frequency survey. Most of the sources in the sample were observed with the Einstein observatory and found to be X-ray emitters, and all have VLBI components. In the first instance two of the sources suspected of having adjacent and possibly associated X-ray components were observed with the WSRT and VLA. These measurements, as well as extensive optical data, fail to provide conclusive evidence which could link the X-ray components to the main source. A more extensive program to obtain high dynamic range WSRT maps of a complete sample of sources from S5 has been awarded observing time at 49 cm.

Clusters of galaxies.

Hanisich has been involved in a variety of research projects

to investigate the radio properties of clusters. He has obtained 608.5 MHz WSRT observations of Abell 2124, a distance class 3 cluster which was a possible site for radio halo emission. The WSRT observations showed no evidence for radio halo emission, however, and the results were in fact consistent with previous Arecibo observations at 430 MHz. The fact that Abell 2124 does not contain a radio halo is consistent with the general pattern which seems to prevail for radio halo clusters; namely, that radio halos preferentially occur in clusters with large X-ray halos, low fractions of spiral galaxies, high velocity dispersion, and late Bautz-Morgan types (II, II-III, III).

Hanisch and Neff obtained WSRT observations of a radio source associated with a peculiar galaxy near Abell 2124; reduction has not yet begun, however.

A considerable amount of time was spent reducing VLA observations of about 80 fields in the vicinity of rich, distant, X-ray emitting clusters of galaxies, a project done by Hanisch in cooperation with M.C. Ulmer (Northwestern University). The clusters observed occur in pairs (i.e. within 1° on the sky and at the same redshift) so it is possible that the clusters are physically bound binary systems. The purpose of the observations, which were made at 1465 MHz with the VLA "C" array, was to look for extended radio sources which might be used as a probe of the intracluster medium. A number of interesting sources was found, and there are plans to make higher resolution observations in the near future.

Hanisch also undertook a survey of 38 poor clusters of galaxies with the WSRT at 1412 MHz. A list of poor clusters, i.e., clusters having of order 10 members or less at distances comparable to Abell's distance classes 1 and 2, was compiled by R.A. White (NASA-Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, Maryland). The purpose was to compare the properties of radio sources in poor clusters with those in rich clusters to see how the environment of a galaxy affects the probability of radio emission and the source morphology. The data reduction is now complete, including source identifications done with the Dwingeloo measuring engine, and a very preliminary analysis indicates that the probability of finding a radio source in a poor cluster may be smaller than finding a radio source in a rich cluster. This may be nothing more than a population effect - there are so many more galaxies in rich clusters that one is bound to detect more radio sources in them.

Other projects currently in progress concerning clusters of galaxies include WSRT 1412 MHz observations of Abell 2243 and 2244, two clusters having an unusually large number of binary galaxies. It is of interest to see whether the probability of radio emission or the radio source morphologies differ in these clusters from other, 'normal' clusters.

Strom and Willis have continued their study of the group of galaxies associated with the radio source 2104-25. They have obtained both WSRT maps and Einstein Observatory IPC measurements of the object. In the course of the year it became possible to

obtain improved maps of the X-ray emission using the latest software developments at the Center for Astrophysics. D.Harris kindly reran the data through the various processing stages. This has produced not only better maps but also improved positions. There appear to be at least two X-ray components, one of which is probably associated with a galaxy in the group, and there may also be weaker extended emission. Despite these improvements, however, position uncertainties and the fact that the X-ray signal is weak make an unambiguous interpretation of the X-ray emission difficult. Although some of it may emanate from hot gas between the member galaxies of the group, the possibility that its origin is in the galaxies themselves remains viable.

HI studies of normal galaxies.

Raimond, in collaboration with S.Faber (Lick Observatory), G.Knapp (Princeton), J.Gallagher (Illinois) and J.van Gorkom (NRAO), has continued his investigation of the distribution of HI in elliptical galaxies. After improving the quality of the 70 hours or so of WSRT observations of NGC4278, by means of self-calibration techniques, effort has mainly been directed at determining the statistical significance of the possibly apparent rather than real clumpy distribution of the gas. Lack of time has thus far prevented preparation of a publication. A second elliptical galaxy, NGC1052, has in the meantime been observed with the VLA. Insufficient signal to noise prevents one from drawing far reaching conclusions, but the initial impression is that the HI distribution looks very asymmetric. A request for more observing time with all VLA interferometers is being considered.

HI observations of the DA240 galaxy and its neighbors were further analyzed by Hanisch and De Bruyn. The effect of interference continues to be a considerable hindrance as emission is sought at lower levels. Thus far no sign of HI in either emission or absorption has been found, but the reduction has yet to be completed.

There has been but limited progress in the reduction of observations of the HI clouds around the remarkable spiral galaxy NGC 2146. One of the 12-hour syntheses has been reduced by G.D.van Albada (Groningen), who is also taking part, on the GIPSY system.

In cooperation with W.van Driel and H.van Woerden (Groningen) Hanisch has obtained HI line observations of a pair of interacting SO galaxies, NGC4105 and 4106. These data have not yet been reduced, and indeed the reduction will be difficult owing to the extreme southern declination of the galaxies (-29°). Hanisch has also cooperated with R.Warmels and H.van Woerden in the reduction of HI observations of the Perseus cluster of galaxies. Unfortunately, the WSRT is not really sensitive enough to do a good job of mapping the HI distribution in such a distant ($v=10000 \text{ km s}^{-1}$) cluster of galaxies, so the results have been rather disappointing.

Van der Hulst has made HI observations of the radio galaxy Centaurus A (NGC5128), in collaboration with J.van Gorkom (NRAO), A.Tubbs (Bell Labs.), A.Haschick (Haystack Observatory) and C.Kotanyi (NRAO). Further reduction was done in September on GIPSY by Van der Hulst and Van Gorkom. Most of the HI observed is found in the dust lane of NGC5128, and it exhibits the same deviation to the northeast and southwest as the dust. On the southwestern side the HI can be seen in absorption against the southern radio lobe, indicating that the southern part of the source lies behind the warped HI disk. The velocities observed show the qualitative features expected from differential rotation, but as the disk is nearly edge-on the interpretation of average radial velocities is not straightforward. Model calculations will have to be done to decide about the most probable HI distribution and rotation curve. Van der Hulst has continued the reduction and analysis of VLA HI observations of the galaxy pair NGC4038/4039 (the Antenna). The resolution is sufficient to get an idea of the kinematics of the individual galaxies and therefore also an improved estimate of their total masses which could not be done well with earlier observations. The new data will also make it possible to get a good picture of the enormous HI complex on the end of the southwestern tail of this pair. The project is being done in collaboration with B.Burke and J.Mahoney (MIT).

Albinson, together with Van Woerden, is undertaking a major program of high resolution observations of dwarf irregular (Magellanic) galaxies in the local group. Observations have been made of four of the nine observable members of this class, and the data reduction is underway.

Continuum studies of normal galaxies.

Israel (ESTEC) and Van der Hulst have put the final touches to their article on the integrated radio spectra of normal galaxies. Observations with the Arecibo 1000 ft, NRAO 140 ft and Owens Valley 130 ft telescopes at frequencies of 0.4, 0.8, 4.8 and 10.7 GHz, supplemented with values from the literature at 4.8 and 10.7 GHz, have been used to determine how much of the emission observed in these galaxies is of thermal origin. In practice for most of the galaxies the data are insufficient to accurately separate the nonthermal and thermal contributions; observations at more intermediate frequencies are needed to do this well. There are nevertheless indications that in many galaxies between 10 and 40% of the emission at 10.7 GHz is of thermal origin.

Studies of discrete objects in nearby galaxies.

De Bruyn has continued work on the radio emission from young extragalactic supernovae and their remnants. An article on results obtained from VLBI observations of the NGC4449 supernova remnant has been completed and submitted. In the same paper VLBI and WSRT

observations of a source in NGC4656 have also been included. This source could be an extremely bright version of the Crab Nebula.

4.3.2. Radioastronomical research at the Anton Pannekoek Institute, Amsterdam.

Boland and de Jong constructed a model for the H_2CO maser in the direction of the compact HII region NGC7538-IRS1. The required population inversion of the molecular levels can exist in a cool dense gascloud ($n(\text{H}_2) \sim 10^4 \text{ cm}^{-3}$, $T \sim 20 \text{ K}$) with an $\text{H}_2\text{CO}/\text{H}_2$ abundance of about 10^{-6} around a very compact HII region. The HII region must be optical thin at mm wavelengths, and optical thick at cm wavelengths. Observations by Forster and Boland found H_2CO optical depths of up to ~ 2 at 6 cm, but H_2CO abundances of 10^{-8} , two order of magnitudes too small to explain the observed maser radiation.

F.J. Willems used the WSRT as a 2-element interferometer to determine exact positions of OH maser stars in a field of about 140 square degrees around $l=20^\circ$. These observations, together with additional VLA observations, have yielded precise positions of all known 60 OH maser stars. With these positions it has been possible to identify more than half of the stars in the infrared. The infrared spectrum of one of them (OH12.8-1.9) as observed with the ESO 1-m telescope is given in Figure 3.2.1.

F.J. Willems also used the Dwingeloo telescope to obtain 1667 MHz OH observations of a complete sample of M-giants in an area of 400 square degrees near the galactic North Pole. None of the 50 stars observed was detected. This negative result gives an upper bound of the time a typical M-giant in the solar neighbourhood spends in the OH-maser phase.

4.3.3. Astronomical research at the Kapteyn Laboratory, Groningen.

The research work pursued at the Kapteyn Laboratory continues to cover a wide range of topics, both in theoretical and observational astronomy. Observations are being obtained with a wide range of instruments, both optical and radio, both within and outside the Netherlands, both on the ground and from satellites. The bulk of the observational material has been obtained with the Westerbork Synthesis Radio Telescope, however. These observations mostly consist of spectral line data, obtained with the DLB. A summary of the research conducted at the Kapteyn Laboratory is given below.

Data reduction. During a three week visit to Groningen D.S. Retallack (now NRAO/VLA) removed a number of bugs from the Groningen version of the LINEMAP program and improved its running

speed. As a result the program is now routinely used by Groningen astronomers to produce their WSRT maps and the use of the Leiden computer by Groningen staff has now virtually ended.

Improvements in and extensions to the GIPSY data reduction and display system have, as in earlier years, taken up a considerable amount of time. In 1982 considerable effort was invested in improving the available CLEAN programs in many respects (K.Begeman, R.J.Allen and U.J.Schwarz). This investment in manpower has made GIPSY a powerful and user friendly system, attracting many outside users.

Both hardware and software developments for the TAURUS scanning Fabry-Perot interferometer are continuing at full pace (P.D.Atherton and others).

Galactic Astronomy. W.M.Goss and H.R.Dickel (Univ.Illinois) have, in collaboration with others, obtained H_2CO observations of W3-OH and CAS A with the VLA. They conclude that the H_2CO optical depth is not uniformly distributed over these sources and has peaks in excess of 1.0.

J. Bregman (SRZM), Troland (Univ.Ky.), Albinson (SRZM), Goss, and Schwarz have obtained new 21 cm line Zeeman-splitting data of the absorption lines in CAS A, using the WSRT, as did Goss and Heiles (Berkeley) and Troland for ORI A, using the VLA. In both cases mapping of the magnetic field proved possible, for CAS A velocity structure was also resolved.

A highlight this year was the discovery of the 1.558 ms -pulsar PSR 1937+214 through a cooperative effort by Backer, Kulkarni, Heiles (Berkeley), Davis (Cornell), and Goss. A search for similar steep spectrum sources is presently being conducted with the WSRT by Albinson, Purvis (Cambridge), Morris (IRAM), and Goss.

Kinematic data for the three-armed spiral structure in the galactic nucleus has been obtained from recombination line observations with the WSRT and the VLA by Bregman (SRZM), Van Gorkom (NRAO/VLA) and Schwarz. Only one velocity system, having a regular structure was found.

Gathier, Pottasch and Goss continued their radio survey of planetary nebulae, using WSRT and VLA observations. Their earlier conclusion that the Shklovsky method for the determination of the distance to planetaries is quite unreliable, is supported by these observations.

Gilra, Pwa, Pottasch, Arnal (Argentina), and De Vries continued their analysis of IUE observations of interstellar lines.

"SIGNAL", a SETI project of Shostak and Tarter (Univ. Ca.) using the WSRT to look for pulsed signals from the galactic nucleus, did not show a detection.

External galaxies. G.A.van Moorsel completed his Ph.D. research on the masses of double galaxies, using the double galaxy

catalog of T.S.van Albada. Van Moorsel's principal conclusion is that the total mass in a pair must significantly exceed the sum of the masses of the individual galaxies as derived from their HI rotation curves.

W. van Driel, H. van Woerden and U.J. Schwarz continued their study of the distribution and kinematics of HI in SO-type galaxies. Generally the HI in these galaxies is found in the outer parts, often outside the optical image. The distribution is mostly ring-like and appears often to be strongly inclined to the optical plane. Sweeping thus does not generally seem to be important in creating the HI morphology of SO galaxies.

R.H. Warmels finds in his HI survey of the Virgo Cluster that the ratio of HI to optical diameters for cluster galaxies is generally smaller than in "field" galaxies.

The pair NGC 4725/4747 and the individual galaxies NGC 5033, NGC 2403, and NGC 4242 were studied by B.M.H.R.Wevers as part of the Palomar-Westerbork Survey; NGC 4725/4747 in cooperation with R.D.Davies and P.N. Appleton of Jodrell Bank. The aim of this survey is to obtain insight into the relation between the radio and optical properties of spiral galaxies. The required optical material was obtained by P.C. van der Kruit at the Hale observatories.

The study of the kinematics and dynamics of barred spirals is pursued by a number of researchers at the Kapteyn Laboratory. Besides the theoretical work described below, a large number of observations of barred spirals was obtained by P.D. Atherton with the TAURUS scanning Fabry-Perot interferometer. A NATO grant was awarded to pay for the costs of travel and data reduction for these observations. The observations of NGC 1365 and M83 have been partly reduced (P.J. Teuben; T.Oosterloo) and will be compared with VLA observations (Van der Hulst-SRZM and Ondrechen). The barred spiral NGC 1530 was observed with the WSRT (P.J.Teuben and others).

Other observations obtained with TAURUS by P.D.Atherton show it to be a versatile instrument - Cen A, ring galaxies, NGC 4696, and planetary nebulae. Though many of these observations had an exploratory character, new and fascinating results have been obtained.

K.Begeman has obtained and reduced WSRT 21 cm line observations of NGC 2841 and NGC 3198 in his study of HI in the outer parts of galaxies.

In cooperation with K.Reif and U.Mebold (MPIfR, Bonn) and B.Siegman (CSIRO) W.M.Goss and H.van Woerden published the results of their survey of HI in 370 southern galaxies. The results of a more extensive follow-up survey have also been published in part.

J.Albinson and H.van Woerden obtained 21 cm line WSRT observations of four dwarf galaxies in the local group.

P.Schechter and B.Lynds (Kitt Peak), R.Sancisi and H.van Woerden observed the spindle galaxies UGC 7576 and II Zw73 in HI.

G.S.Shostak together with J.van Gorkom, R.D.Ekers and

T.J.Cornwell (VLA) searched for HI absorption in radio galaxies. Their results are consistent with all such galaxies containing dust lanes.

P.C.van der Kruit and G.S.Shostak completed the analysis of their HI observations of the nearly face-on galaxies NGC 628 and NGC 1058. In combination with observations of other galaxies a wealth of information has been extracted on the mass distribution in spiral galaxies.

W. Jaffe (N.R.A.O.) studied the evolution of radio galaxies in clusters using 200" and VLA observations.

P.Roelfsema and R.J.Allen analysed their HI data on UGC 2885. The large extent of the spiral structure in this galaxy poses a problem for the density wave theory.

HI was discovered between NGC 4472 and a dwarf companion by N.Thonnard (Carnegie Inst.) and R.Sancisi.

R.Sancisi and R.J.Allen obtained new 49 cm WSRT observations of NGC 891.

R.D.Ekers (VLA), M.Shapiro (Naval Res.Lab.) and R.Sancisi observed NGC 4631 at 6 and 21 cm with the VLA.

G.S. Shostak and N.Thonnard completed the reduction of their observations of NGC 7241 - probably a merger.

F.Viallefond completed three papers on the radio continuum emission of M33, deriving a wealth of information on the properties of the HII regions.

F.Viallefond, W.M.Goss and R.J.Allen published their results on the HI-HII associations in M101.

F.Viallefond observed the blue compact galaxy I Zw36 at 6 cm with the WSRT. A publication in cooperation with T.Thuan (Univ.Va) is soon to appear in press.

G.S.Shostak and H.van Woerden completed the reduction of their WSRT HI observations of the irregular galaxy IC10. It appears to be a warped, nearly face-on galaxy.

G.D.van Albada and A.G. de Bruyn (SRZM) started the reduction of their 21 cm line observations of peculiar galaxy NGC 2146.

G.D.van Albada and J.M.van der Hulst published their 21 cm continuum VLA+WSRT data on the anomalous arms in NGC4258. New high resolution HI observations of this galaxy were obtained with the WSRT by G.D.van Albada, R.J.Allen and R.H.Sanders.

Theory. G.D.van Albada continued his study of the gas flow in disk (mainly barred) galaxies using the "FS2" gas dynamics code.

T.R.Bontekoe together with T.S.van Albada uses an N-body code to study the effect of dynamical friction on the orbit decay of companion galaxies.

W. Jaffe studied the causes of the observed brightness distribution in spherical galaxies and derived an improved empirical formula to describe this distribution.

P.J.Teuben analyses the properties of stellar orbits in barred spiral potentials.

A study of the mechanisms for the reconfinement of jets in

radio galaxies was made by R.H.Sanders during a stay at NRAO.

W.van Oosterom and R.H.Sanders studied the capture of stars by black holes in the nuclei of galaxies.

4.3.4. Astronomical research at Leiden Observatory in 1982.

In 1982 a large range of topics was pursued. These include the study of the radio structure in near and far galaxies and AGNs, the study of clusters, the combined deep radio, optical and X-ray surveys, the radio investigation of our own Galaxy, galactic stars, SNRs and interstellar matter. Most of these projects will be discussed below. In addition, one radio astronomical Ph.D. thesis was successfully completed in 1982: "The Seyfert Galaxy Population - a radio survey; luminosity functions; related objects", by E.J.A. Meurs.

Habing and Baud (Groningen) studied statistical properties of OH/IR stars; these stars appear to be between Mira's and planetary nebulae. Wiertz and Slootmaker used the Dwingeloo telescope for a galactic survey (in OH 18 cm lines) and a search for OH emission from Miras, respectively. Herman finished his monitoring program of OH/IR stars using the Dwingeloo telescope. Together with Baud he made VLA observations in the spectral line mode for eleven stars, to study the circumstellar dust shells - see Figure 3.4.1. Also VLA continuum observations at 6 cm of these stars have been made to see if an ionized region around the stars has been formed, as with planetary nebulae.

Braun has embarked on the SNR research program that he began in late 1981 with Van der Laan and Strom (Dwingeloo). Related radio observations completed in 1982 include: 610 MHz WSRT mapping of DA530, IC443, CTAL, VRO 42.05.01 and OA 184, 21 cm HI WSRT mapping of IC443; 21 cm WSRT second epoch mapping of Kepler's SNR together with Ma Er (Beijing, China) and WSRT-Bonn VLBI of 3C58, CTB80, 621-0.9, 674.8+1.2 and the Crab nebula, together with Schilizzi and Neff (Dwingeloo). Software developed for data reduction include a MEM image reconstruction program based on the Skilling and Gull algorithm and a self-calibration program still in development. Burton and Liszt (NRAO) continued their studies of the properties of the galactic molecular cloud ensemble. They completed observations at Kitt Peak of emission in a portion of the galactic plane from the isotope ^{13}CO . The kinematic and spatial distribution of gas in the core of our Galaxy was the subject of several studies (Burton, Liszt, Van der Hulst (NFRA) and Ondrechen (Minnesota)). Burton, Te Lintel Hekkert and Verschoor continued the major survey of galactic HI of the sky accessible at $|b| < 22^\circ$, begun by Burton several years ago.

Schwering continued the 610 MHz survey of M31. The maps are nearing completion, although some problems with the short spacings which are based on observations with the Effelsberg 100 m telescope still need to be solved. At 1415 MHz all the reduction

was done by Walterbos. At this frequency the short spacings are successfully included. All isolated sources in the field (most of them unrelated background objects) are being listed in a catalogue. The reduction of the HI survey of M31 by Brinks is finished and attention now turned to analysis and interpretation of the data. The final dataset consists of 147 channel maps at a resolution of $\Delta\alpha \times \Delta\delta \times \Delta V = 24'' \times 26'' \times 8.2 \text{ km sec}^{-1}$. With Shostak (Groningen) a 16 mm film was produced using the GIPSY system, which presents the data cube seen from various aspects. A successful first attempt was made to separate the various velocity structures in M31. Bajaja and Shane (Nijmegen) finished the paper describing the HI observations obtained with the old receiver system. Bajaja got involved in the new survey concentrating on the gas-to-dust ratio, using reddening of globular clusters and he started the production of a catalogue of about 300 peculiar structures in the HI distribution (shells, filaments, etc.). See figures 3.4.2., 3.4.3. and 3.4.4.

Walterbos and Kennicutt (Minnesota) did surface photometry of M31 using the Burrl Schmidt telescope at Kitt Peak (Fig. 3.4.5.). Burton and Brinks started a program to model the HI emission in M31.

Burton, Van der Hulst (Dwingeloo), Israel (ESTEC) and Walterbos used the WSRT to observe the HI in M33. Bajaja produced a model for the HI distribution in the Sombrero-galaxy, NGC4594 (Shane & Van der Burg-Nijmegen).

Bosma worked, in collaboration with Athanassoula, on a program to determine the potential distribution in barred galaxies from observations. Platematerial was collected, and various software packages acquired and installed on the Amdahl computer. By the end of the year the testphase was finished. It is hoped to determine more realistic bar potentials in order to investigate better the problem of ring formation in barred and normal spirals. In addition to the photometry kinematic data of several galaxies were obtained with the WSRT and the VLA. The analysis will continue.

Bosma continued his research on galaxies with low surface brightness disks, and in collaboration with Athanassoula, Van der Hulst (Dwingeloo) and Strom (Amherst) analysed WSRT-data on the galaxy NGC5963. Further work is needed to understand these systems.

Meurs analysed his observations in his Ph.D. thesis and obtained optical and radio luminosity functions for the Seyfert Galaxy population. See figures 3.4.6. and 3.4.7. The Seyferts appear to be located in the RLF's between the central parts of spiral galaxies and optical selected quasars. Meurs left Leiden for Heidelberg (MPI). Jägers and Meurs reduced 50 cm observations (WSRT) of the Seyferts Mark 6 and Mark 231.

Van der Laan and Zieba (Krakow, Poland) started a study of bright compact radio sources, using the WSRT in high dynamic range, redundancy mode. All five studied objects show extended

structures. See figure 3.4.8.

Miley continued his study of the relation between radio and optical morphology in active galaxies, together with Heckman (Maryland), Van Breugel (Arizona) and Butcher (Kitt Peak). They used the 2m and 4m telescopes at Kitt Peak, as well as the VLA at different frequencies. See figure 3.4.9. With Heckman, Balick (Washington), Van Breugel (Arizona) and Van Gorkom (NRAO). Miley did a survey of HI in radiocloud interacting galaxies using the Arecibo telescope. Allan, Isaacman (Hawaii), Miley, Van Breugel, Butcher and Heckman started a program to search for IR emission in radiolobes, using UKIRT. This successful project is continued. Miley obtained [O III] λ 5007 line profiles in active galaxies (ESO 3.6 m telescope). The work on stellar dynamics in radio galaxies (Miley, Illingworth (Kitt Peak), Heckman and Van Breugel) is also being continued, as well as optical spectroscopy of the nuclei in spiral galaxies with relatively strong radio emission. Norman (Leiden), Silk (Berkeley), Fabbiano (CFA) and Miley studied the X-ray emission in radio galaxies and radio jets, using the Einstein satellite. The program to monitor radio flux densities of nuclei in extended extragalactic radio sources (Miley, R. and C. Fanti (Bologna)) is being continued. The study of the peculiar radio galaxy 3C433 by Miley, Van Breugel, Balick, Heckman and Helfand (Columbia) was finished, whereas the study of 3C318.1, with Fomalont (NRAO), Feigelson (Pennsylvania) and Canizares (MIT) is being continued.

Jägers continued his study of strong extragalactic radio sources (mainly radio galaxies). These measurements are being carried out in collaboration with various workers, including Miley, Van der Laan, Ma, De Grijp (Leiden) and Strom. About thirty of these have been mapped at 610 MHz with the 3 km WSRT. About 75% of the sources appeared to be significantly polarized. Together with Leahy and Pooley (Cambridge) Jägers continued the study of the structure of 3C66B and with Van Groningen the study of 3C130 (combination of WSRT and VLA data). See figures 3.4.10. and 3.4.11.

Barthel, Schilizzi, Miley, Strom and Jägers (Leiden + Dwingeloo) observed the giant radio galaxy 3C236 with the WSRT in high dynamic range, redundancy mode, at 21 cm, in order to study the low surface brightness emission in this radio galaxy.

Meurs and De Ruiter (Bologna) detected probable synchrotron self-absorption in the radio/sub-mm spectra of four optically selected quasars.

Barthel continued his study of the radio structure in quasars, using the VLA, MERLIN, European and transatlantic VLBI. Together with Miley and Schilizzi (Dwingeloo) he observed 86 quasars with $z > 1.5$ using the VLA at 6 cm (0".5 resolution). First inspection of the radio maps suggests that these powerful radio sources at high redshift have systematic different morphologies compared with low redshift sources. The MERLIN observations, which are being carried out in collaboration with Lonsdale (Jodrell

Bank) follow the European VLBI survey for compact components in extended high-redshift quasars. Several high- z quasars have been mapped, at 6 and 18 cm wavelength. See figures 3.4.12. and 3.4.13. Some of these quasars are also being mapped with the EVN. First epoch observations of the radio cores of four large triple QSO's have been obtained, using transatlantic VLBI (Barthel, Miley, Schilizzi, Preuss (MPI, Bonn) and Cornwell (NRAO)). Second epoch observations are in preparation.

Bijleveld and Valentijn (ESO, Munich) finished an extensive statistical study of the properties of cD galaxies. Cross-correlations between P_{1412} , M_V , L_X and the richness of the cluster were studied: all four parameters were found to correlate with each other. Three of the correlations turned out to be intrinsic: 1) $R-M_V$: more massive cD's (brighter M_V) are formed in richer clusters; 2) M_V-L_X : more massive galaxies are able to bind gravitationally more intergalactic gas and hence produce more luminous X-ray haloes; 3) L_X-P_{1412} : in galaxies with more luminous X-ray haloes the central engine, which generates the radio source, is fuelled at a higher rate. Relations 2 and 3 were studied in detail by using the so-called trivariate radio luminosity function, i.e. a radio luminosity function for different intervals of L_X and M_V . See figures 3.4.14 and 3.4.15.

The Einstein-Westerbork survey (i.e. 21 and 50 cm observations of 4 "Einstein" deep survey targets) was completed by Katgert-Merkelijn, Robertson, Windhorst and Katgert. Down to limits of ~ 1 mJy at 21 cm and ~ 9 mJy at 50 cm about 700 sources were detected. The optical identifications of this sample on deep 48" Schmidt plates will now be done. A software package was developed by Van Tilborg, that allows precise photometry and morphological classification of (amongst others) faint radio source identifications. The optical identifications of a subset of the GB survey, observed at Westerbork, was completed by Lemstra. The results will be used for the RLF determination. "Einstein" X-ray observations of some radio/optical selected areas were discussed by Katgert, Windhorst and Thuan.

Van Heerde, Windhorst and Katgert completed the analysis of the Leiden-Berkeley Deep Survey radio catalogue. The 21 cm source counts down to 2 mJy and the integral angular size distribution are consistent with those of other authors. The median angular size of ~ 10 mJy radio sources is however smaller than $10''$. Oppe and Windhorst completed the 50 cm follow-up of the LBDS and obtained ~ 30 dB dynamic range in every field, using selfcalibration. Windhorst, Miley and Owen (NRAO), did an ultradeep 21 cm VLA survey of one LBDS field, yielding 116 radio sources above 225 μ Jy (5 σ) in one square degree. The slope of the source count changes gradually below 2 mJy in the sense that relatively more faint sources are seen, more than conventional models can explain. Identification and photometry, done together with Kron and Koo, yield $\sim 55\%$ identification, which are for a small part local spiral galaxies. Oort Jr. and Windhorst made a

4x12h WSRT follow up of this field, and obtained a $60 \mu\text{Jy}$ map. De Waard and Windhorst completed their models for the evolution of the optical spectrum of radio galaxies. Together with Isaacman (Hawaii), Puschell (San Diego) and Thun (Virginia) Windhorst detected 45 out of 48 LBDS radio galaxies in the near infrared. A subsample of the mJy radio galaxies has very red optical-infrared colours ($V-K \sim 5-7^m$). See figures 3.4.16. and 3.4.17.

Also on behalf of Katgert, Windhorst and Oort Jr., Van der Laan presented a review on the Leiden program of observational cosmology at IAU Symposium 104 (Crete).

4.3.5. Astronomical research at Nijmegen University.

In 1982 much of the radio-astronomical research at Nijmegen has been pursued using Foundation instruments.

Hulsbosch continued his very sensitive Dwingeloo survey for high velocity clouds. 87% of the total number of 27400 profiles have been measured and reduced up to now. Bajaja and Shane completed their reduction and interpretation of high resolution HI observations of M31.

Two isolated galaxies (NGC 5301 and NGC 2712) are studied by Krumm and Shane and some important conclusions are indicated: 1) The extent of the gas distribution in isolated galaxies is not very different from that in other galaxies, and 2) warps and asymmetries are found in isolated galaxies as well. Neutral hydrogen in three SO galaxies (NGC 2655, NGC 2859 and NGC 4138) has been mapped by Shane and Krumm and they found ring-like structures in all 3 cases (Fig. 3.5.1.). Van der Burg obtained WSRT observations of galaxies surrounded by multiple faint companions (NGC 4111, NGC 3656, NGC 5899 and NGC 3329).

Shane and Van der Burg, Bajaja, Knapp and Faber completed their study of NGC 4594 (Sombrero) and find the HI to be distributed in two partially overlapping rings.

4.3.6. Radio-astronomical research at the Utrecht Observatory.

Radioheliographic observations obtained with the Westerbork Synthesis Radio Telescope in 1981 were further analysed by M.Allaart and J.Kaastra.

J.Kaastra studied in particular a solar flare event observed on May 16, 1981. With the addition of optical observations in H_{α} (from Hungary) and with radiospectrographic and X-ray data secured by Czechoslovak colleagues, a rather complete picture of this phenomenon could be obtained. In particular the flare build-up phase proved to be interesting. Evidence obtained before by A.Kattenberg that the $\lambda 6$ cm radiation originates at the footpoints of magnetic loops was confirmed.

A small flare event that was also observed by means of VLBI

(Dwingeloo-Onsala) showed characteristics of the impulsive phase with interesting implications for the theory.

The student A.Th.P.Langerwerf participated in the analysis of some more flare events.

J.van Nieuwkoop and M.Allaart developed a method for the analysis of available WSRT heliographic material at λ 50 cm.

J.van Nieuwkoop continued his study on the positions of stormbursts using interferometric records at 243 MHz.

A.D.Fokker studied the so-called fiber-bursts in the type IV decimeter continuum on records obtained with the 60-channel radiospectrograph and indicated an alternative explanation for the adjacent emission/absorption ridges of this phenomenon.

J.Kuijpers worked on the theory of particle acceleration in solar flares as well as in centres of activity (together with K.Tapping), with special attention to the effects that are due to the existence of electric double layers. Furthermore he made use of the WSRT for a first series of observations of flare stars in a campaign that was combined with ultraviolet observations with the IUE. These observations comprised the RS CVn system σ^2 CrB and the Algol-type objects TV Cas and V367 Cyg.

4.3.7. Report of the Program Committee.

The Dwingeloo-Westerbork Program Committee (P.C.) has as its task the critical evaluation of proposals for observing time, allocates observing time on the basis of these evaluations and the available time, and has to see that useful results are obtained from the observations.

Appendix A.3. of this report lists the members of the P.C. as of January 1, 1983.

Three P.C. meetings were held in 1982, in March, June and November. A total of 136 proposals were considered: 23 for 6 cm observations, 80 for 21 cm observations and 33 for 49 cm observations. These figures illustrate that most demand for observing time is for 21 cm (primarily HI line) observations and about 6 months of 1982 have been spent on 21 cm observations. The remaining 6 months were more or less equally divided between 6 and 49 cm observing. The WSRT participated twice in a European Network VLBI observing session, 21 cm in June and 6 cm in December.

New lines of research for the WSRT are measurements of flare stars and the use of redundant baselines for high dynamic range mapping.

Appendix A. ORGANISATIE (per 1 januari 1983)

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, sekretaris	31-12-1983
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	31-12-1983
Drs. B. de Raad	31-12-1984
Dr. Ir. K. Teer	31-12-1983
Prof. Dr. J. Volger	31-12-1984
Prof. Dr. C. Zwaan	31-12-1983

* Deze bestuursleden vormen het Dagelijks Bestuur.

Uitvoerend sekretaris:

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

De directeur 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, sekretaris, 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 Westerbork
Dr. E. Raimond, Hoofd Computergroep

A.3. Commissies.

Programma Commissie.

- Prof. Dr. W.M. Goss, voorzitter
* Dr. J.M. van der Hulst, sekretaris
Prof. Dr. T.S. van Albada
Prof. Dr. R.J. Allen
Dr. J.E. Baldwin
* Prof. Dr. W.N. Brouw
Prof. Dr. W.B. Burton
* Ir. H.C. Kahlmann
Prof. Dr. H. van der Laan
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. R.T. Schilizzi
* 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
.....		
Prof. V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India
Dr. F.G. Smith	Jodrell Bank	Engeland

Zoncommissie.

Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, voorzitter
Dr. J.M.E. Kuijpers, sekretaris
Dr. A.D. Fokker
Dr. T. de Groot
Dr. T. Hoyng
Prof. Dr. M. Kuperus
Dr. Ir. C. Slottje

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, sekretaris

K. Brouwer

P.H. Riemers

B.A.P. Schipper

N. Schonewille

P.A. Wesdorp

A.6. Algemene kontakten voor popularisering.

D. Hoogenraad

Dr. Ir. C. Slottje

A.7. (Inter)nationale commissies.

Nederlands Comité Astronomie
Sectie Sterrekunde Academische Raad

Dr. W.N. Brouw
Dr. W.N. Brouw
(adviserend lid)

Leids Sterrewacht Fonds
Leids Kerkhoven Bosscha Fonds
Steering Committee FAST Hipparcos reduction
consortium

Dr. W.N. Brouw
Dr. W.N. Brouw

Rijkscommissie voor Geodesie
La Palma Management Committee

Dr. W.N. Brouw
Dr. W.N. Brouw

UK/NL Stuurgroep

Dr. W.N. Brouw
Dr. W.N. Brouw

IAU Commission 8

Dr. W.N. Brouw

IAU Commission 40

Dr. W.N. Brouw

Internationaal 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

Redactiecommissie DECUS Holland Bulletin

Drs. J.P. Hamaker

Nationaal URSI comité

Drs. J.P. Hamaker

Commissie LWG Interstellair 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
Sectie Sterrekunde Academische Raad	Ir. H.C. Kahlmann (adviserend lid)
Nationale CCIR-Schaduw Commissie II	Ir. H.C. Kahlmann (waarnemer)
ESA Assessment Study Group for an optical interferometer in space (FLUTE/TRIO)	Ir. J.E. Noordam
Joint IRAS Scientific Working Group (JISWG)	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 40	Dr. E. Raimond
European VLBI Program Committee-secretary	Dr. R.T. Schilizzi
ESA-Astronomy Working Group	Dr. R.T. Schilizzi
International Association of Geodesy, Special Study Group 2.51 on Radio Interferometry	Dr. R.T. Schilizzi
Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies (IUCAF)	Dr. R.T. Schilizzi (IAU representative)
IAU Commissie 40	Dr. R.T. Schilizzi
IAU Commissie 50	Dr. R.T. Schilizzi
Committee of European Solar Radio Astronomers	Dr. Ir. C. Slottje
Commissie LWG Sterrenstelsels-secretaris	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 28 - Galaxies	Dr. R.G. Strom
IAU Commissie 34 - Interstellar Matter	Dr. R.G. Strom
Organizing Committee IAU Commissie 40- Radio Astronomy	Dr. R.G. Strom
ASTRON Algemene Beleids Advies Commissie (ABAC)	Dr. R.G. Strom
Buitenlands Adviseur IRAM	Dr. J.D. O'Sullivan
Consultant Hipparcos Satellite	Dr. J.D. O'Sullivan

Appendix B. PERSONEEL (stand per 1-1-1983)

Voorzitter van de Directie

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. Concierge/onderhoudstechnikus	H. Sieders
9. Huishoudster	Mevr. W. Sieders-Barkhof
10. Kantinebeheerster 1)	Mevr. R. Jager-Flokstra
11. Kantinebeheerster 1)	Mej. T. Koerts
12. Schoonmaakster 1)	Mevr. H. Eising-Zoer
13. Schoonmaakster 1)	Mevr. I. Hoek-de Weerd
14. Schoonmaakster 1)	Mevr. R. Kiers-Fledderus
15. Schoonmaakster 1)	Mevr. E. Oosterloo-Scheffer

1) deeltijd

B.2. Teleskoopgroepen.

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	P. van den Akker
7. Waarnemer/gegevensverwerker	B. Kramer
8. Waarnemer/gegevensverwerker	G. Kuper
9. Waarnemer/gegevensverwerker	S. Sijsma
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	Mevr. G. Beugel-Jager
16. Bewaker/tuinman	D.J. Haanstra
17. Bewaker/tuinman	K. Kreeft
18. Bewaker/tuinman	H. Oostenbrink
19. Schoonmaker	J. Pit
20. Stagiair	

te Dwingeloo:

- 21. Hoofd waarneembedrijf
- 22. Waarnemer

Dr. Ir. C. Slottje
J. Tenkink

B.3. Centrale Technische Dienst.

- 1. Hoofd van de afdeling
- 2. Hoger elektronikus
- 3. Hoger technikus
- 4. Hoger technikus
- 5. Hoger technikus
- 6. Technisch dokumentalist
- 7. Elektronisch technikus
- 8. Elektronisch technikus
- 9. Elektronisch technikus
- 10. Elektronisch technikus
- 11. Elektronisch technikus
- 12. Elektronisch technikus
- 13. Elektronisch technikus
- 14. Elektronisch technikus
- 15. Elektronisch technikus
- 16. Elektronisch technikus
- 17. Elektronisch technikus
- 18. Elektronisch technikus
- 19. Fotograaf
- 20. Magazijnmeester
- 21. Hulpkracht
- 22. Stagiair
- 23. Stagiair
- 24. Stagiair
- 25. Stagiair
- 26. Stagiair
- 27. Stagiair
- 28. Stagiair
- 29. Chef instrumentmakerij
- 30. Sous chef instrumentmakerij
- 31. Mechanisch technikus
- 32. Mechanisch technikus
- 33. Mechanisch technikus
- 34. Mechanisch technikus
- 35. Mechanisch technikus
- 36. Mechanisch technikus
- 37. Technisch tekenaar
- 38. Technisch tekenaar

Ir. J.F. van der Brugge
W. Huiskamp
D. Hoogenraad
R.J.H. van 't Land
B.A.P. Schipper
G.B.B. van der Toorn
H.J. Borkhuis
K. Brouwer
J. Buiter
O.A. Hofman
Y.J. Koopman
A.M. Koster
L. Nieuwenhuis
P.H. Riemers
N. Schonewille
H. Snijder
P.A. Wesdorp
S.Th. Zwier
H.W.H. Meijer
P.C. Jager
J. Grit

I. Starre
M. Pauw
J. Bakker
M. Bakker
J.S. Dekker
J. Idserda
T.J. de Jong
G.J.M. Koenderink
R. van Dalen
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	vakature
6. Ingenieur	Dr. J.D. O'Sullivan
7. Ingenieur	Ir. L.H. Sondaar
8. Hoger elektronikus	A. Doorduyn
9. Hoger elektronikus	A. Koeling
10. Hoger elektronikus	Ing. R.P. Millenaar
11. Hoger elektronikus	L.J. van der Ree
12. Hoger elektronikus	J.F.N. Roosjen
13. Hoger elektronikus	Ing. E.E.M. Woestenburg
14. Elektronikus	R. Kiers
15. Elektronikus	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. Programmeur	G.N.J. van Diepen
7. Programmeur	Ing. K. Kombrink
8. Programmeur	Y.W. Kroodsma
9. Programmeur	Mej. H.H.J. Lem
10. Programmeur	P. van der Velde
11. Hoofd reductiegroep	Dr. T.A.Th. Spoelstra
12. Reduktie coordinator	S. Drenth
13. Reduktie medewerker	D.J.J. Moorrees
14. Reduktie medewerker	H.J. Vosmeijer
te Leiden:	
15. Programmeur	K. Weerstra
te Groningen:	
16. Programmeur	H. Akkerman
te Westerbork:	
17. 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. H. Witvoet | 1) |
| 3. Mevr. H.A. Versteeg-Hensel | 1) |
- 1) deeltijd
2) assistente PC-voorzitter

B.8. W.V.-regeling.

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. Elektronisch technikus | W. Westerhof |
| 2. Elektronisch technikus | M.E.J. de Graaf |

Appendix C. FINANCIËN

	<u>1982</u>	<u>1983</u>
Totaal subsidie	12.130 kf1	12.500 kf1
W.v.		
Salariëeringskosten	7.200 kf1	7.665 kf1
en		
R.Z.M. bijdragen aan		
UK/NL samenwerking	2.460 kf1	2.460 kf1

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 (Laboratoriumuitrusting, programmatuur, e.d.) dat ook voor niet radiosterrenkundigen misschien interessante mogelijkheden kan bieden.

1. Waarneemfaciliteiten Westerbork.

1.1. Synthese Radio Teleskoop (SRT).

In Westerbork bevinden zich 14 parabolische reflectoren met een diameter van 25 m en met een equatoriale opstelling. Tien van deze radioteleskopen staan oost-west opgesteld met onderlinge afstanden van 144 m, 2 bevinden zich op een oost-west railbaan van ca. 300 m lengte aan het oostelijk uiteinde van de rij met vaste telescopen, en 2 bevinden zich op een oost-west railbaan van ca. 180 m lengte op een afstand van 9 x 144 m ten oosten van de eerste railbaan. De telescopen kunnen iedere willekeurige positie op deze railbanen innemen. Samen synthetiseren deze telescopen een radioteleskoop met een diameter van 2,8 km. De telescopen hebben een richtnauwkeurigheid van 15 a 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 cm/21 cm/18 cm			6 cm	21 cm	50 cm
Aantal:	5			11	15	15
Versterker:	4770-	1365-	1612-	4770-	1365-	607-
baar over:	5020MHz	1425MHz	1720MHz	5020MHz	1425MHz	610MHz
Aantal polarisaties (met onafhankelijke ontvangers):	2 dipolen per frontend			2 dipolen per frontend	2 dipolen per frontend	2 dipolen per frontend
Systeemtemperatuur:	55 K	30 K	55 K	120 K	90 K	110 K

De 28 signalen uit de front-ends worden allemaal langs identieke, fase en gain stabiele, kabelstructuren naar het hoofdbouw geleid, waar zij in een back-end ontvanger worden ingevoerd. De

huidige back-end ontvanger, met een digitaal delay systeem, is een digitale correlator (DLB genoemd) waarvan de hoofdspecificaties in de tabellen 1 en 2 zijn weergegeven.

configuratie mode	aantal fre- quentiepun- ten per cor- relatiepro- dukt	aantal correlatie produkten			
		1 x	2 x	3 x	4 x
1	8	320(160)	--	--	--
2	16	160 (80)	80(40)	--	--
3	32	80 (40)	40(20)	1x40(20)+2x20(10)	20(10)
4	64	40 (20)	20(10)	1x20(10)+2x10 (5)	10 (5)
5	128	20 (10)	10 (5)	--	--
6	256	10 (5)	--	--	--
7	512	5 (-)	--	--	--
8	40	64 (32)	--	--	--
9	80	32 (16)	16 (8)	--	--
10	160	16 (8)	8 (4)	1x8 (4)+2x4 (2)	4 (2)
11	320	8 (4)	4 (2)	1x4 (2)+2x2 (1)	2 (1)
12	640	4 (2)	2 (1)	--	--
13	1280	2 (1)	--	--	--
14	2560	1 (-)	--	--	--

Tabel 1: Correlatie configuraties.

De twee variabelen in Tabel 1 geven het aantal frequentiepunten m.a.w. de frequentie resolutie en het aantal onafhankelijke correlatie produkten. Het aantal frequentiepunten kan gekozen worden tussen 8 en 2560 binnen de geselecteerde band. Aangezien het systeem twee kanalen gebruikt per frequentiepunt, houdt de maximum resolutie in dat alle kanalen gebruikt worden voor het meten van een correlatieprodukt, m.a.w. alleen met een interferometer kan op deze wijze gemeten worden. De getallen tussen haakjes zijn die voor de twee bit correlatie mode die een 20% betere gevoeligheid biedt. De kolommen 4, 5 en 6 geven de mogelijkheid aan om de correlator in van elkaar onafhankelijke subsystemen te splitsen om zodoende bv. met twee halve "arrays" verschillende objecten aan de hemel tegelijkertijd waar te nemen.

In de praktijk zal de waarneem mode bepaald worden door de frequentie resolutie, aantal interferometers, gevoeligheid (bit mode) polarisatie en het aantal simultaan onafhankelijke waarnemingen. Een en ander volgens de volgende formule:

<aantal simultane onafhankelijke metingen> x <aantal polarisatieprodukten> x <bit mode> x <aantal interferometers> x

<aantal frequentie punten per interferometer> = 2560.

Mode	10 MHz	5 MHz	2,5 MHz	1,25 MHz	625 kHz	313 kHz	156 kHz	78 kHz
2	1000	500	250	125	62	31	16	8
3	500	250	125	62	31	16	8	4
4	250	125	62	31	16	8	4	2
5	125	62	31	16	8	4	2	1
6	62	31	16	8	4	2	1	0,5
7	31	16	8	4	2	1	0,5	0,25
8	400	200	100	50	25	12	6	3
9	200	100	50	25	12	6	3	1,6
10	100	50	25	12	6	3	1,6	0,8
11	50	25	12	6	3	1,6	0,8	0,4
12	25	12	6	3	1,6	0,8	0,4	0,2
13	12	6	3	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
14	6	3	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05

Tabel 2: Bandbreedte keuze.

Tabel 2 geeft de frequentie resolutie bij de bandbreedtes waaruit kan worden gekozen en bij de verschillende configuratie modes. De grootste beschikbare bandbreedte is 10 MHz.

De bereikbare gevoeligheden voor een 12 uren meting met 40 interferometers en volledige polarisatie, op 2,8 km basislijn zijn:

	10 MHz continuümstraling		78 kHz lijnstraling		
Golflengte	6 cm	21 cm	50 cm	6 cm	21 cm
5 x rms	,8mJy*	.5mJy	~2mJy	36/sin K	23/sin K

* 1 mJy is gelijk aan $10^{-29} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

De standaard integratietijd is een veelvoud van 10 sec.

VLBI configuratie: Met gebruikmaking van het DLB en Mark II C en Mark III video recorders is de SRT geschikt voor het doen van VLBI waarnemingen. Hierbij worden de telescopen niet als interferometers gekoppeld, maar in een optelconfiguratie (qua gevoeligheid is dit een enkele teleskoop met een equivalente diameter van 93 m) geschakeld.

Dit geheel van telescopen en ontvangers (front-ends en back-ends) wordt gestuurd met een HP21MX computer, en de gegevens worden op magneetband gezet. Standaard zijn slechts beperkte combinaties mogelijkheden aanwezig (in tabellen 1 en 2, zwart omlijnde modes),

maar speciale configuraties zijn vaak wel te verwezenlijken.

Zulk een speciale configuratie, die nu standaard gebruikt kan worden is een variant van configuratie mode 2, waarbij de 160 correlatieprodukten niet worden verdeeld in 40 interferometers en 4 polarisatieprodukten, maar als 160 interferometers. Dit betekent dat een aantal basislijnlengtes meermalen gemeten wordt, zij het via correlatie van de signalen van verschillende telescopen. Aangezien correlaties van interferometers met gelijke basislijnlengte hetzelfde meetresultaat moeten geven kunnen we verschillen toeschrijven aan instrumentele fouten. Het gebruik van de "redundante" informatie om instrumentele fouten op te sporen en te corrigeren stelt de astronoom in staat extreem hoog dynamisch bereik in zijn meting te verkrijgen.

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 waarnemingformulier 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.

2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo.

2.1. 25 m teleskoop.

Diameter:	25 m, altazimuth opstelling
Richtnauwkeurigheid:	ca. 1 boogmin.
Oppervlakenauwkeurigheid:	2 a 2,5 mm.
Apertuur efficiency:	64% ($\lambda = 18/21$ cm)
	40% ($\lambda = 6$ cm).

De karakteristieken van de ontvangers beschikbaar voor deze teleskoop, zijn in tabellen 3 en 4 weergegeven. De daarmee bereikbare gevoelheden berekend voor een integratietijd van een uur zijn:

5 x rms	18 / 21 cm	18 / 21 cm
	10 MHz continuum	78 kHz lijn
	10 mJy	0.001 K

De teleskoop en ontvangers worden gestuurd met een on-line computer. Reduktie van de resultaten is te Dwingeloo mogelijk. De ge-

gevens worden op magneetband weggeschreven.

2.2. 7,5 m telescopen.

Diameter:	7,5 m
Aantal:	2 op 154 m van elkaar
Richtnauwkeurigheid:	ca. 2 boogmin.
Oppervlaktenauwkeurigheid:	ca. 1 cm.

2.3. 3,5/80 cm telescopen.

Diameter:	3,5 m	80 cm *
Richtnauwkeurigheid:	ca. 30 boogsec	ca. 30 boogsec
Oppervlaktenauwkeurigheid:	1 a 2 mm	ca. 0,5 mm

* de 80 cm reflector is gemonteerd op hetzelfde juk als de 3,5 m reflector.

De ontvangers en hun karakteristieken voor de 7,5 m en de 3,5 m/ 80 cm telescopen zijn in tabel 4 weergegeven.

De 4-8 GHz spectrograaf is met een cassegrain opstelling achter de 3,5 m spiegel geplaatst.

De 11 cm flux ontvanger gebruikt de buitenrand van de 3,5 m spiegel.

Voortrap (F.E.)				Eindtrap B.E. digitale correlator		Reduktie
Systeem	T _{sys} *	Freq.bereik	Polarisatie	Bandbreedte en resolutie	T	
21 cm FET	36K	1405-1440 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 PDP11/70; plots van gereduceerde spectra
18 cm FET	36K	1580-1725 MHz	lin, circ.	idem	0.1 s	idem
1) 6 cm	55K					
reserve SRT F.E. 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) Na enige aanvulling op de 18 cm FET beschikbaar

Tabel 3. Ontvangers met grote gevoeligheid voor gebruik in de 25-m teleskoop (9 fu/K)

Voortrap F.E.				Teleskoop		Bandbreedte en resolutie	T	Registratie	Bewerking
systeem	Tsys	Freq.bereik	Pol.	Meet-bereik	Ontv.				
60-kan. radio spectro-graaf	1100K	900-873 MHz 614-601 MHz 450-437 MHz	L en R.C.P.	15 dB v.a. q.s.l.	log	(25 10) ¹⁾ 7.5 80	200 ms 20 ms ms 1 ms ms	35mm film, ²⁾ papier, strook,ge- seleeteerde delen op film van mag.band 3)	foto's, calibratie, data selec- tie tijd- en freq.prof. van mag.band registraties.
10,715 GHz flux monitor	350K	10672-10691 en 10733-10753 MHz dubbel zij-band	1 lin	10 dB v.a. q.s.l.	lin	0.8 7.10 ³	100 ms 1 ms ms	papier- ²⁾ strook; 1 mag.band 3) ms tijdens dig.spectro- grafie	tijdprofielen
2,65 GHz flux monitor	1175K	2620+6 en 2680+6 MHz	L + R.C.P.	11 dB v.a. q.s.l.	lin	3.5 400	100 ms 1 ms	papier ²⁾ mag.band als boven	tijdprofielen
36 kan.	1000K	8-4 GHz	L,R	30 dB	log	3.5 100 MHz	1ms	als boven	als boven

Tabel 4. Ontvangers vooral voor zonswaarneming. 1) vereist goede voorbereiding
2) zonsbewaking
3) tijdens zonsactiviteit

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN.

E.1. Onderzoek artikelen.

- Aaronson, M., Huchra, J., Mould, J.R., Tully, R.B., Fisher, J.R., Woerden, H. van, Goss, W.M., Chamaraux, R., Mebold, U., Siegman, B., Berriman, G., Persson, S.E., A catalog of infrared magnitudes and HI velocity widths for nearby galaxies, *Ap.J. Suppl.* 50, 241.
- Albada, G.D. van, Hulst, J.M. van der, New high resolution radio observations of NGC 4258 III: VLA and WSRT observations of the anomalous arms, *Astron. Astrophys.* 115, 263.
- Albada, G.D. van, Leer, B. van, Roberts, W.W. Jr., A comparative study of computational methods in cosmic gas dynamics, *Astron. Astrophys.* 108, 76.
- Albada, T.S., Kotanyi, C.G., Schwarzschild, M., A model for elliptical galaxies with dustlanes, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 198, 303.
- Albada, T.S., Sanders, R.H., Periodic orbits and gas flow in barred spirals, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 201, 303.
- Albada, T.S., Dissipationless galaxy formation and the $r^{1/4}$ law, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 201, 939.
- Arnal, E.M., Goss, W.M., Dickel, H.R., Forster, J.R., Westerbork observations of 6-cm H_2CO in W3, *Mon. Not. R. Astr. Soc.* 201, 317.
- Athanassoula, E., Bosma, A., Creze, M., Schwarz, M.P., On the sizes of rings and lenses in disk galaxies, *Astron. Astrophys.* 107, 101.
- Atherton, P.D., Taylor, K., Pike, C.D., Hamer, C.F.W., Parker, N.M., Hook, R.N., Taurus: A wide field imaging Fabry-Perot spectrometer for astronomy, *Mon. Not. R. Astr. Soc.* 201, 661.
- Backer, D.C., Kulkarni, S.R., Heiles, C., Davis, M.M., Goss, W.M., A millisecond pulsar, *Nature* 300, 415.
- Bajaja, E., Shane, W.W.: High resolution HI observations of Messier 31, *Astron. Astrophys. Suppl.* 49, 745.
- Bijleveld, W., Valentijn, E.A., Radio and X-ray observations of the Abell 2241 galaxy clusters, *Astron. Astrophys.* 111, 50.

- Bregman, J.D., Schwarz, U.J., WSRT Observations of the H110 recombination line in the galactic centre, *Astron. Astrophys.* 112, L6.
- Boland, W., Jong, T. de, A model for the formaldehyde maser near NGC 7538-IRS1, *Astron. Astrophys.* 98, 149.
- Breugel, W. van, Multifrequency comparison of the total intensity and polarization distributions for 3C31, 3C66B and 3C129, *Astron. Astrophys.* 110, 225.
- Breugel, W. van, Jagers, W., Multifrequency observations of extended radio galaxies. V: 3C31, 3C33.1, 3C35, 3C66B, 3C129, 3C130, 3C233, 3C310, 3C390.3, 4C48.29, *Astron. Astrophys. Suppl.* 49, 529.
- Casse, J.L., Woestenburger, E.E.M., Visser, J.J., Multifrequency cryogenically cooled front-end receivers for the Westerbork Synthesis Radio Telescope, *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, vol. MTT-30, no. 2, february 1982, 201.
- Chiuderi-Drago, F., Bandiera, R., Falciani, R., Antonucci, E., Lang, K.R., Willson, R.F., Shibasaki, K., Slottje, C., Multiple wavelength observations of a solar active region, *Solar Physics* 80, 71.
- Dickel, H.R., Rots, A.H., Goss, W.M., Forster, J.R., OH-observations of IRS 1 in NGC 7538, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 198, 2265.
- Fabian, A.C., Atherton, P.D., Taylor, K., Nulsen, P.E.J., Optical filaments around NGC 4696 in the Centaurus Cluster, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 201, 178.
- Fokker, A.D., A note on the mechanism of broad band absorption and emission in the Type IV decimeter continuum, *Solar Phys.* 77, 255.
- Forster, J.R., Boland, W., Formaldehyde absorption towards OH sources, *Astron. Astrophys.* 114, 109.
- Forster, J.R., Graham, D., Goss, W.M., Booth, R.S., VLBI aperture synthesis observations of 1720 MHz OH in NGC 7538 (IRS1), *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 201, 7p.
- Fosbury, R.A.E., Boksenberg, A., Snijders, M.A.J., Danziger, I.J., Disney, M.J., Goss, W.M., Penston, M.V., Wamsteker, W., Wellington, K.J., Wilson, A.S., Very extended optical emission lines in radio galaxies. I. A radio, optical, and ultraviolet study of PKS 2158-380, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*

201, 991.

- Gorkom, J.H. van, Goss, W.M., Seaquist, E.R., Gilmore, W.S., HI absorption distances to four point sources near supernova remnants, Mon. Not. R. Astron. Soc. 198, 757.
- Goss, W.M., Ekers, R.D., Skellern, D.J., Smith, R.M., Radio emission from the 2006-56 region, Mon. Not. R. Astron. Soc. 198, 259.
- Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, Forster, J.R., Aperture synthesis observations of recombination lines from compact HII regions, V. NGC 7538, Astron. Astrophys. 115, 164.
- Habing, H.J., Goss, W.M., Winnberg, A., A HII region near NML Cygnus, Astron. Astrophys. 108, 412.
- Hanisch, R.J., Common properties of cluster of galaxies containing radio halos and implications for models of radio halo formation, Astron. Astrophys. 116, 137.
- Hanisch, R.J., A search for radio halo emission at 430 MHz in 72 rich clusters of galaxies, Astron. Astrophys. 111, 97.
- Harris, D.E., Robertson, R.G., Dewdney, P.E., Costain, C.H., Radio and X-ray galaxies in Abell 566, Astron. Astrophys. 111, 299.
- Heckman, T.M., Sancisi, R., Sullivan, W.T., Balick, B., High-resolution mapping of the giant HI envelope of the Seyfert galaxy Mkn 348, Mon. Not. R. Astron. Soc. 199, 425.
- Heckman, T.M., Miley, G.K., Balick, B., Breugel, W.J.M. van, Butcher, H.R., An optical and radio investigation of the radio galaxy 3C305, Astrophys. J. 262, 529.
- Hughes, V.A., Wouterloot, J.G.A., The radio HII regions associated with Cep A, Astron. Astrophys. 106, 171.
- Hughes, V.A., Viner, M.R., Wouterloot, J.G.A., A catalogue of radio sources within 30' of Cep A, Astron. Astrophys. 111, 358.
- Hummel, E., Bosma, A., Radio continuum observations of the spiral galaxies NGC2841, NGC5055 and NGC7331, Astron. J. 87, 242.
- Hummel, E., Fanti, C., Parma, P., Schilizzi, R.T., VLBI observations of the core sources of a sample of spiral galaxies, Astron. Astrophys. 114, 400.
- Jägers, W.J., Breugel, W.J.M. van, Miley, G.K., Schilizzi, R.T.,

- Conway, R.G., Radio observations of the giant quasar 4C34.47, Astron. Astrophys. 105, 278.
- Kaastra, J.S.: Direct measurement of cluster expansion for nearby galaxy clusters, Astron. Astrophys. 109, L5.
- Kalberla, P.M.W., Goss, W.M., Wilson, T.L., An HI absorption determination of the distance to W31, Astron. Astrophys. 106, 167.
- Kattenberg, A., Burg, G. van der, A study of the parameters of individual Type I bursts, Solar Phys. 77, 231.
- Kruit, P.C. van der, Shostak, G.S., Studies of nearly face-on spiral galaxies I. The velocity dispersion of the HI gas in NGC 3938, Astron. Astrophys. 105, 351.
- Kruit, P.C. van der, Searle, L., Surface photometry of edge-on spiral galaxies. III. Properties of the three-dimensional distribution of light and mass in disks of spiral galaxies, Astron. & Astrophys. 110, 61.
- Kruit, P.C. van der, Searle, L., Surface photometry of edge-on spiral galaxies. IV. The distribution of light, colour and mass in the disk and spheroid of NGC 7814, Astron. & Astrophys. 110, 79.
- Krumm, N., Shane, W.W., Neutral hydrogen in two extremely isolated galaxies, Astron. Astrophys. 116, 237.
- Lamers, H.J.G.L.M., Gathier, R., Snow, T.P., Narrow components in the profiles of ultraviolet resonance lines: Evidence for a two-component stellar wind for O and B stars? Ap. J. 258, 186.
- Longmore, A.J., Hawarden, T.G., Goss, W.M., Mebold, U., Webster, B.L., An optical and HI study of late-type low surface brightness galaxies, Mon. Not. R. Astron. Soc. 200, 325.
- Mebold, U., Winnberg, A., Kalberla, P.M.W., Goss, W.M., An Effelsberg-Greenbank galactic HI absorption line survey, II. Results and interpretation, Astron. Astrophys. 115, 223.
- Mendez, R.H., Gathier, R., Niemela, V.S., The unprecedented light variations of NGC 2346, Astron. & Astrophys. 116, L5.
- Meurs, E.J.A., The Seyfert galaxy population - a radio survey: luminosity functions; related objects, Doctor's thesis, Leiden University.

- Miley, G.K., Heckman, T.M. Profiles of [OIII] lines in QSO's, *Astron. Astrophys.* 106, 163.
- Moorsel, G.A. van, Neutral hydrogen observations of double spiral galaxies, I. NGC 5905 and NGC 5908, *Astron. Astrophys.* 107, 66.
- Moorsel, G.A. van, Neutral hydrogen observations of Binary galaxies, *Proefschrift, Universiteit van Groningen*.
- Noordam, J.E., Bruyn, A.G. de, High dynamic range mapping of strong radio sources, with application to 3C84, *Nature* 299, 597.
- D'Odorico, S., Goss, W.M., Dopita, M.A., Radio emission from supernova remnants in the galaxy M33, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 198, 1059.
- Owen, F.N., White, R.A., Hilldrup, K.C., Hanisch, R.J., A 1400 MHz survey of 1478 Abell clusters of galaxies, *Astron. J.* 87, 1083.
- Padrielli, L., Kapahi, V.K., Katgert-Merkelijn, J.K., Compact and extended structure in B2 radio sources of intermediate strength, *Astron. Astrophys. Suppl.* 46, 473.
- Pauls, T., Gorkom, J.H. van, Shaver, P.A., Goss, W.M., Dickey, J.M., Kulkarni, S., Westerbork and VLA observations of G127.1+0.5, *Astron. Astrophys.* 112, 120.
- Plambeck, R.L., Wright, M.C.H., Welch, W.J., Bieging, J.H., Baud, B., Ho, P.T.P., Vogel, S.N., Kinematics of Orion-KL: aperture synthesis maps of 86 GHz SO emission, *Ap. J.* 259, 617.
- Pottasch, S.R., Gathier, R., Goss, W.M., Distance determinations from 21-cm interstellar absorption line measurements, *Proc. IAU Symp. no. 103*, Reidel.
- Pottasch, S.R., Goss, W.M., Arnal, E.M., Gathier, R., The distance to the planetary nebula NGC 7027, *Astron. Astrophys.* 106, 229.
- Reif, K., Mebold, U., Goss, W.M., Woerden, H. van, Siegman, B., An HI survey of southern galaxies, *Astron. Astrophys. Suppl.* 50, 451.
- Robinson, G.J., Reay, N.K., Atherton, P.D., Measurements of expansion velocities in planetary nebulae, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 199, 649.

- Schilizzi, R.T., Kapahi, V.K., Neff, S.G., Observations of hotspots in high luminosity radio sources, *Astron. Astrophys.* 3, 173.
- Schwarz, U.J., Ekers, R.D., Goss, W.M., Westerbork observations of the HI absorption in the direction of Sgr A, *Astron. Astrophys.* 110, 100.
- Shostak, G.S., Color Basics - A tutorial, *Astron. Image processing circular*, Space Telescope science institute.
- Shostak, G.S., Hummel, E., Shaver, P.A., Hulst, J.M. van der, Kruit, P.C. van der, NGC 1961: stripping of a supermassive galaxy, *Astron. Astrophys.* 115, 293.
- Slottje, C., Thesis: Atlas of fine structures of dynamic spectra of solar type IV-dm and some type II radio bursts, Utrecht University.
- Strom, R.G., Goss, W.M., Shaver, P.A., Expansion of the supernova remnant 3C10 (Tycho) and its implications for models of young remnants, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 200, 473.
- Viallefond, F., Goss, W.M., Allen, R.J., The giant spiral galaxy M101: VIII. Star formation in HI-HII associations, *Astron. Astrophys.* 115, 373.
- Willems, F.J., Jong, T. de, Infrared observations of OH/IR stars, *Astron. Astrophys.* 115, 213.
- Willems, F.J., OH/IR sterren, *Doctoraalscriptie*, Universiteit van Amsterdam.
- Wilson, A.S. and Meurs, E.J.A., A 1415 MHz survey of Seyfert and related galaxies. III., *Astron. Astrophys. Suppl.* 50, 217.

E.2. Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen.

- Ardenne, A. van, O'Sullivan, J.D., VLBI clock phase comparison using a geostationary satellite, VLBI techniques, Toulouse.
- Fomalont, E.B., Bridle, A.H., Miley, G.K., The radio core in 3C236, IAU Symp. no. 97 on Extragalactic Radio Sources, eds. D.S. Heesch and C.M. Wade, 173.
- Forster, J.R., Goss, W.M., Dickel, H.R., H_2CO near compact HII regions - New WSRT results, "Regions of recent star formation", p.409, eds. R.S. Rogers, P.E. Dewdney.
- Gathier, R., Pottasch, S.R., Goss, W.M., Gorkom, J.H. van, VLA-observations of planetary nebulae near the galactic centre, Proc. IAU Symp. no. 103, "Planetary Nebulae", ed. D.R. Flower.
- Habing, H.J., Baud B., poster "Maser strength of OH/IR stars", IAU Symp. no. 103, "Planetary Nebulae", ed. D.R. Flower.
- Hamaker, J.P., Proceedings of commission J (Radio Astronomy), 20th General Assembly of URSI, Washington.
- Hanisch, R.J., Common Properties of Clusters of Galaxies Containing Radio Halo Sources, YERAC, Cambridge. Hanisch, R.J., Common Properties of Clusters of Galaxies Containing Radio Halo Sources, Meudon conference on clusters of galaxies.
- Harten, R.H., Felli, M., The dynamical evolution of an HII region, "Regions of recent star formation", p.25, eds. R.S. Rogers, P.E. Dewdney.
- Isaacman, R., Planetary nebulae near the galactic center, IAU Symp. no. 103, "Planetary Nebulae", ed. D.R. Flower.
- Laan, H. van der, Windhorst, R.A., The colours of faint radio galaxies, Proc. Vatican Study Week on Astrophysical Cosmology, eds. H.A. Bruck, G.V. Coyne and M.S. Longair (Specola Vaticana), 263.
- Laan, H. van der, Windhorst, R.A., Evidence from deep radio surveys for cosmological evolution, Proc. Vatican Study Week on Astrophysical Cosmology, eds. H.A. Bruck, G.V. Coyne and M.S. Longair (Specola Vaticana), 349.
- Miley, G.K., Optical and X-ray emission from extended sources, Trans. IAU 18A, 539.

- Neff, S.G., Bruyn, A.G. de, Toulouse Conference on VLBI techniques, VLBI observations of compact structure in Seyfert galaxy nuclei. (abstracts)
- Oort, J.H., Introductory lecture, IAU Symp. no. 97 on Extragalactic Radio Sources, eds. D.S. Heesch and C.M. Wade, 1.
- Sancisi, R., The comparative HI content of normal galaxies, in Proc. of a Greenbank workshop, "Extragalactic Molecules", eds. L. Blitz and M.L. Kutner.
- Schilizzi, R.T., Fejes, I., Romney, J.D., Miley, G.K., Spencer, R.E., Johnston, K.J., The compact radio structure of SS433, IAU Symp. no. 97 on Extragalactic Radio Sources, eds. D. Heesch and C.M. Wade, 205.
- Shane, W.W., Krumm, N. Neutral Hydrogen mapping in three SO galaxies, IAU Symp. no. 100, "Galaxies", ed. E. Athanassoula.
- Shaver, P.A., Danziger, I.J., Ekers, R.D., Fosbury, R.A.E., Goss, W.M., Malin, D., Moorwood, A.F.M., Wall, J.V., A complete sample of radio galaxies, Proc. of IAU Symp. no. 97 on Extragalactic Radio Sources, ed. D.S. Heesch and C.M. Wade.
- Shostak, G.S., Tarter, J., "SIGNAL", Proc. of 33rd Congress International Astronautics Federation, ed. not known at time of going to press.
- Shostak, G.S., Brinks, E., The production of a 16 mm film of M31, Proc. of the Leiden workshop on "Southern Galactic Surveys", eds. F. Israel and W.B. Burton.
- Slottje, C., A group of type II bursts at exceptionally high frequency, in V.N. Obridko (ed): Proc. Int. Workshop Solar Maximum Year, Simferopol 1981, Moskou 1982, 121.
- Spoelstra, T.A.Th., The influence of ionospheric refraction on radio astronomy interferometry, Proc. Sixth European Regional Meeting in Astronomy on "Sun and Planetary Systems", p.493, eds. W. Fricke and G. Teleki.
- Strom, R.G., Structural changes in Cas A, Tycho and other young SNR's, IAU Symp. 101, Supernova remnants and their X-ray emission, (abstracts).
- Strom, R.G., Ma Er, Radio morphology and the possible nature of 3C58, (ibid).

White, R.A., Owen, F.N., Hanisch, R.J., Studies of a complete sample of Abell clusters at 1400 MHz, IAU Symp. 97, Extragalactic Radio Sources, eds. D.S. Heesch, C.W. Wade.

Willis, A.G., Strom, R.G., Perley, R.A., Bridle, A.H., Recent WSRT and VLA observations of the jet radio galaxy NGC 6251, IAU symp. no. 97, eds. D.S. Heesch, W.C. Wade, 141.

Windhorst, R.A., Kron, R.G., Koo, D., Katgert, P., Colors of radio galaxies at high redshifts, IAU Symp. no. 97 on Extragalactic Radio Sources, eds. D.S. Heesch and C.M. Wade, 427.

E.3. Populaire artikelen.

Barthel, P.D., De geboorte van de radio-astronomie, Zenit 9, 506.

Bijleveld, W., Hobby zonder grenzen (boekbespreking), Natuur & Techniek 6, 498.

Bijleveld, W., Grijs gat weer gevuld, Natuur & Techniek 7, 576.

Miley, G.K., Actieve Sterrenstelsels, dictaat voortgezette cursus Sterrenkunde, Volkssterrenwacht Simon Stevin.

Oort, J.H., Die Entwicklung groszraumiger Strukturen im Universum, Sterne und Weltraum 21, 456.

Shostak, G.S., Buitenaardsen bevolken film en TV maar Westerbork kan ze niet vinden, Volkskrant, 4 december.

E.4. Internal Technical Reports.

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
164	T.A.Th.Spoelstra	Map catalogue handling program (MAPCAT).
165	R.T. Schilizzi, A. van Ardenne, A. Bos, et al.	On the Use of Westerbork Facilities for a VLBI Network Centre.
166	J.D. O'Sullivan, A. van Ardenne, R.H. Harten	Concept design for the control and data collection systems of the MT.
167	W.N. Brouw	Financiele administratie.
168	A. van Ardenne	The NFRA Mark II VLBI System.
169	W.N. Brouw	Using the SRT steering system (replacing ITR 156 and ITR 158).

E.5. Notes. *

<u>No.</u>	<u>Auteur</u>	<u>Titel</u>
364	J.D. Bregman	Aansluiten van telefoonapparatuur.
365	A.C. Hin, B.A.P. Schipper	Signaleringslampjes op bedieningspanelen.
366	E.E.M.Woestenburg	De 6 cm launcher voor de gekoelde 6/21 cm ontvangers.
367	A. Bos	Nog niet verschenen.
368	J.D. O'Sullivan, A.G. Poot, N. Schonewille	Analogue to digital converter system for the DCB.
369	J.D. O'Sullivan, J. Weggemans	An on-line computer to DCB control computer parallel link.
370	K. Brouwer, B.A.P. Schipper	De 60 cm GaAs FET versterker.
371	A. Bos	Nog niet verschenen.
372	J.D. O'Sullivan	The DCB Data Preprocessing and Control Computer.
373	E. Raimond	Processing of selfcalibrated (line) observations.
374	J.E. Noordam	Jeeves Cook-book. Version II.
375	J.D. O'Sullivan	Efficient Digital Spectrometers - a survey of possibilities.
376	R.P. Millenaar	Digital Continuum Backend (DCB). Remote control of the delay system.
377	R.P. Millenaar	Nog niet verschenen.
378	C. Slottje	Stabiliteit van de nullijn van het spectrum gemeten met de digitale correlator ontvanger van de 25-m teleskoop te Dwingeloo.
379	E. Raimond, K.W.C.Lugtenborg	Low Resolution Spectrometer software (LRSSET). Software design summary and users manual.
380	J.D. Bregman	Veiligheidsaspecten van de Synthese Radio Telescopen.
381	E.E.M.Woestenburg	Enkele aspecten van gekoelde lage-ruis ontvangersystemen.
382	J.D. Bregman, J.L. Casse	Thermal model for the millimeter telescope and its enclosure.

* 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 1981.

<u>Naam</u>	<u>Titel</u>
S.G. Neff	"Luminosity and Flux-Matched Sample of Radio QSO's".
W. Jaffe	"Evolution of Radio Galaxies".
R. Isaacman	"UKIRT: mogelijkheden en resultaten".
J.E. Gerbrands	"Beeld-verwerking op de T.H. Delft".
R.J. Hanisch	"Radio Halo Sources in Clusters of Galaxies".
B. Baud	"Berkeley mm interferometer en hoge snelheid gas in Orion".
K. Sowinski	"Monitoring and control at the VLA".
J.D. O'Sullivan	"De Hipparcos Satelliet".
A. Bosma	"The Lens Component in Disk Galaxies".
E. Bajaja	"Astronomical Activities at the Argentine Radio Astronomical Institute".
S. Kulkarni	"The Large Scale Structure of Galactic HI in the Outer Milky Way".
E. Brinks	"HI waarnemingen van de Andromeda nevel".
E. Athanassoula	"Barred Spiral Galaxy Structure".
J. Ulvestad	"Radio Observations of Seyfert Galaxies".
L. Blitz	"The Outer Milky Way".
F. Seward	"X-ray Observations of

	Supernova Remnants".
R. Kennicut	"Star Formation in Galaxies".
R.D. Ekers	"Observations of the Galactic Center".
Astronomical staff Dwingeloo	"Highlights of the IAU".
R.F. Frater	"Developments at CSIRO".
M. Komesaroff	"Polarization of Compact Radio Sources - Variations Observed over Several Years".
J.M. van der Hulst	"Radio Continuum straling van het centrale deel van Melkwegstelsels".
W. Zwaan	"De funktie van de OR".

E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting.*

Albinson, J.S., HI towards HII regions, Kapteyn Lab., Groningen, oktober; HI towards HII regions, Sterrewacht Leiden, november.

Ardenne, A. van, Aspecten van mm-technieken, TH Twente, Enschede, september;

Bruyn, A.G. de, Superluminal Radio Sources, Mt. Wilson and Las Campanas Observatories, Pasadena, Calif., USA, oktober.

Hanisch, R.J., Radio Halo Sources in Clusters of Galaxies, Kapteyn Lab., Groningen, maart; Radio Halo Sources in Clusters of Galaxies, Sterrewacht Leiden, mei.

Hulst, J.M. van der, Radio Continuum Emission from Galaxies, Kapteyn Lab., Groningen, november; Radio Emission from Extragalactic supernovae, Jodrell Bank Radio Observatory, Macclesfield, Engeland, november; Nuclear Activity in normal Galaxies, MPI, Bonn, Duitsland, december.

Neff, S.G., Radio observations of quasars, Kapteyn Lab., Groningen & Sterrewacht Leiden.

Schilizzi, R.T., SS433, Meudon Observatory, Parijs, maart; SS433, Sterrewacht Leiden, april; VLBI Techniques/SS433-a galactic radio jet/A survey of proposed VLBI arrays/Superluminal sources, CSIRO, Div. of Radiophysics, Sydney, Australië, juni-juli.

Spoelstra, T.A.Th., Ionosferische refractie, Sterrewacht Leiden, april.

Strom, R.G., Een morfologische blik op radiostelsels, Astronomen club, Dwingeloo, april.

* Dwingeloo colloquia zijn niet inbegrepen, zie onder E.6.

E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen.

Albinson, J.S., ESTEC workshop on southern galactic surveys, Leiden, augustus; IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus.

Ardenne, A. van, The scientific importance of submillimeter observations, ESTEC, Noordwijk, mei; Very Long Baseline Interferometry techniques, Toulouse, Frankrijk, september.

Bos, A., Astronomen conferentie, Arnhem, mei.

Brouw, W.N., Astronomen conferentie, Arnhem, mei.

Bruyn, A.G. de, Astronomen conferentie, Arnhem, mei.

Hamaker, J.P., Decus Europe Symposium, Coventry, Engeland, september.

Hanisch, R.J., IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus; YERAC, Cambridge, Engeland, september; Clusters of Galaxies - A European Colloquium, Meudon, Frankrijk, oktober.

Hulst, J.M. van der, IAU Symposium 100, Besancon, Frankrijk, augustus; IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus.

Neff, S.G., IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus; YERAC, Cambridge, Engeland, september; Very Long Baseline Interferometry techniques, Toulouse, Frankrijk, september.

O'Sullivan, J.D., IEEE Int. Conf. on Acoustical Speech and Signal Processing, Parijs, Frankrijk, mei.

Raimond, E., M31 workshop, Nijmegen, februari; Workshop on remote observing, Herstmonceux, Engeland, juli; IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus; JISWG workshop: 1st three months of IRAS, Greenbelt, Maryland, USA, september; IRAS joint meetings, reviews etc. Chilton, UK, Pasadena, USA, juni, juli, september.

Schilizzi, R.T., Annual General Meeting of the Astronomical Society of Australia, Noosa Heads, Australie, mei; Winter workshop of the Astronomical Society of Australia, Sydney, Australie, mei; IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus; VLBI techniques, Toulouse, Frankrijk, september; Workshop on Astrophysical Jets, Turijn, Italie, oktober.

Spoelstra, T.A.Th., Astronomen conferentie, Arnhem, mei; Nova

Aquillae: IUE ToO-team meeting, Londen, Engeland, oktober.

Strom, R.G., IAU General Assembly, Patras, Griekenland, augustus;
IAU Symposium 101, Supernova Remnants and their X-ray
Emission, Venetie, Italie, augustus/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 0HE, Engeland, tel. 09-4422366477, telex UK 81292.
- Cambridge (UK): (IOA) Institute of Astronomy, Madingley Road, Cambridge CB3 0HE, Engeland, tel. 09-4422362204, telex UK 81292.
- 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: Keplerlaan 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, c/o ISN, 53 Av. des Martyrs, 38026 Grenoble, Frankrijk, 09-3376877561, telex 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.
- 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. R25, Chilton, Didcot, Oxforshire OX11 0QX,
Engeland, tel. 09-4423521900, telex UK 83159.

RGO: Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux Castle,
Hailsham, East Sussex BN27 1RP, Engeland,
tel. 09-44321813171, telex UK 87451.

LRO: Laboratorium voor Ruimte-onderzoek, Beneluxlaan
21, 3527 HS Utrecht, tel. 030-937145,
telex 47224.

Roden: Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20, 9301 KA
Roden, tel. 05908-19631.

SERC: Science and Engineering Research Council,
Polaris House, North Star Avenue, Swindon
SN2 1ET, Engeland, tel. 09-79326222, telex
UK 449466.

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.

Westerbork: Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 4,
9433 TA Zwiggelte, tel. 05939-421, telex 53621.

Z.W.O.: Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschap-
pelijk 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 Wulp 39, 7905 CN Hogeveen, 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 Hogeveen, 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.
Aert van der Leeuwlaan 7, 9721 TE Groningen,
050-257636 (until September 1, 1983).
- Baars, Dr.Ir. J.W.M., Bonn.
Tannenstrasse 6, 5357 Morenhoven, B.R.D.
09-4922265905.
- 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., 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 Nijveen,
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, Sweden.
- 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^L, 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, Steward Observatory, Univ. of Arizona,
Tucson, AZ 85721, U.S.A.
- 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.
- Brouwer, K., Dwingeloo.
Egbert Nijstadlaan 27, 7991 AX Dwingeloo,
05219-1647.
- 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 Wetenschaps-
beleid, Javastraat 42, 2585 AP Den Haag,
Postbus 18524, 2502 EM Den Haag.
Meidoornlaan 13, 3461 ES Linschoten,
03480-15406.
- Burke, Prof.Dr. B.F., Massachusetts Institute of Technology,
Phys. Dept., Cambridge, Mass. 02139, U.S.A.
- Burns, Dr. W.R., National Radio Astronomy Observatory, Edgemont
Road, Charlottesville, Va. 22901, U.S.A. tel.
09-18042960211, telex USA 5105875482.
- Burton, Prof.Dr. W.B., Leiden, tst. 5884.
Lagewaard 1, 2396 AT Koudekerk aan de Rijn,
01714-4064.
- Butcher, Prof.Dr. H.R., Roden.
- Bijleveld, Drs. W., Leiden, tst. 5841.
Steenstraat 25, 2405 GW Alphen aan de Rijn,
01720-75226.
- 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.F., 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., N.R.A.O., V.L.A., P.O. Box 0, Socorro, N.M.
87801, USA, tel. 09-15057724011, telex USA
9109881710.
- Fanti, Mw. Dr. C., Bologna.
- Fanti, Dr. R., Bologna.

- Fejes, Lic. I., Nêpszinház-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.F., 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.
- Gietzen, J., La Palma.
- Gilra, Dr. D.P., Groningen, 050-116638.
Spirealaan 25, 9741 PA Groningen, 050-777166.
- Gorkom, Dr. J.H. van, NRAO, P.O. Box 0, VLA, Socorro, NM 87801, USA, tel. 09-15057724011, telex USA 9109881710.
- Goss, Prof. Dr. W.M., Groningen, 050-116653.
Gelmarsstraat 11, 9494 RJ Yde, 05906-1705.
- Graauw, Dr. T. de, ESTEC, 01719-82427 (tot 1-6-1983).
Groningen (na 1-6-1983).
Louise de Colignyalaan 26, 2341 CK Oegstgeest, 071-155335.
- Greenberg, Prof. Dr. J.M., Leiden, tst. 5894/5915.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
- Grit, T., Westerbork.
Leemskoel 7, 9431 GM Westerbork, 05933-2394.
- 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.
vanaf 15-6-1983: 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., National Radio Astronomy Observatory, Edgemont Road, Charlottesville, Va. 22901, USA, tel. 09-18042960211, telex USA 5105875482.

- Heise, Dr. J., Utrecht (LRO).
Geverscop 31, 3481 LV Harmelen, 03483-2066.
- Herman, Drs. J., Leiden, tst. 5850.
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 (LRO).
Zuidereinde 29, 1243 KJ 's-Graveland, tel.
035-61318
- Hogbom, Dr. J.A., Stockholms Observatorium, 13300 Saltsjobaden,
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., Prinsenaan 10, 2341 KT Oegstgeest,
071-151539.
- 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, A., Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., P.O. Box 76,
Epping, N.S.W. 2121, Australië.
- Isaacman, Dr. R.B., UKIRT.
- Jaffe, Dr. W.J., Space Telescope Science Institute, Homewood
Campus, Baltimore, 21218, USA.
- Jäger, Prof. Dr. C. de, Utrecht (LRO).
Zonnenburg 1, 3512 NL Utrecht, 030-314253.
- Jagers, 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.
- Kaasta, Drs. J.S., Utrecht.
Zwaardemakerlaan 42, 3571 ZD Utrecht,
030-510372.
- Kahlmann, Ir. H.C., Westerbork.
Brinkstraat 5, 9531 JM Borger, 05998-5372.
- 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., NRAO, VLA, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA,
09-15057724011, telex USA 9109881710.
- Kramer, Ir. C., Coord. Ontw. MSD, Gebouw QM-244, Veenpluis, 5684
PC Best, 040-762601.
Bernhardweg 2, 5582 JS Aalst, 04904-2651.
- Kruit, Dr. P.C. van der, Mount Stromlo Observatory, Private Bag,
Woden ACT 2606, Australië (tot 1-8-1983).
Groningen, 050-116666 (na 1-8-1983).
Aert van der Leeuwlaan 7, 9721 TE Groningen,
050-257636.
- Kuperus, Prof.Dr. M., Utrecht.
Sporlaan 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., Royal Observatory, Edinburgh EH9 3HJ,
Schotland, 09-44316673321/09-44313393381, telex
UK 72383.
- Longo, G., 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,
9703 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, 69
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, Groningen, 050-116675.
Bottemaheerd 61, 9737 NB Groningen, 050-417013.
- 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., Dwingeloo.
Westrupsingel 19, 7991 BH Dwingeloo, 05219-2208.
- Neubauer, Ir. F.R., Direktoraat Radiozaken P.T.T., Kon. Juliana-plein 15, 2595 AA Den Haag, 070-757920/757235.
Guido Gezellelaan 86, 2624 LA Delft, 015-35700.
- Newport, Dr. R.W., RAL.
- Nieuwenhuijzen, Dr. H., Urecht.
Grunoplantsoen 10, 3981 GT Bunnik, 03405-3235.
- Nieuwkoop, Dr.Ir. J. van, Utrecht.
Prinsesselaan 12, 7316 CN Apeldoorn, 055-215164.
- Noordam, Ir. J.E., Dwingeloo (tot 1-4-1983)
Westeinde 38, 7991 RV Dwingeloo, 05219-8244.
RGO (na 1-4-1983).
- Olson, Dr. F.M., Leiden, tst. 5878.
Bronckhorststraat 19^I, 1071 WL Amsterdam, 020-729094.
- Ondrechen, M., Groningen, 050-114572.
Venuslaan 129, 9742 KN Groningen, 050-716608.
- Oort, Prof.Dr. J.H., Leiden, tst. 5845.
President Kennedylaan 169, 2343 GZ Oegstgeest, 071-154158.
- Oosterloo, Drs. T., Groningen, 050-116651.
Jupiterstraat 75, 9712 ET Groningen, 050-731751.
- O'Sullivan, Dr. J.D., Dwingeloo (tot 1-7-1983).
De Kievit 21, 7905 CG Hogeveen, 05280-67739.
CSIRO, Division of Radiophysics, P.O. Box 76, Epping, NSW 2121, Australië (na 1-7-1983).
- Pel, Dr. J.W., Roden.
Havezathenlaan 107, 9301 SG Roden, 05908-15407.
- Parma, Dr. P., Bologna.
- Pater, Dr. I. de, Lunar and Planetary Lab., University of Arizona, Tucson, Az 85721, U.S.A.
- 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., N.R.A.O., V.L.A., P.O. Box 0, Socorro, NM
87801, USA, tel. 09-15057724011, telex USA
9109881710.
- 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, P.R., Groningen, 050-116773.
Sloep 144, 9732 CJ Groningen, 050-414887.
- Rots, Dr. A.H., N.R.A.O., V.L.A., P.O. Box 0, Socorro, N.M. 87801,
USA, tel. 09-15057724011, telex USA 9109881710.
- Ruiter, Dr. H.R. de, Bologna.
- 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.
- Scholler, A.H., Dwingeloo.
Valderseweg 1, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1860.
- Schonewille, N., Dwingeloo.
Egbert Nijstadlaan 11, 7991 AX Dwingeloo,
05219-2090.
- Schooneveld, Prof.Dr. 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.
- 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.
De Wulp 33, 7905 CN Hoogeveen, 05280-62098.
- Smith, Prof. F. Graham, Jodrell Bank.
- Someren Greve, 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 der, 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.
- 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., ESO.
- Velusamy, Dr. T., Tata Institute of Fundamental Research, P.O. Box
8, Ootacamund 643001, India.
- Viallefond, Dr. F.M.M., Observatoire de Meudon, F 92190 Meudon,
Frankrijk.
- Volger, Prof. Dr. J., Jan van Rotselaerlaan 11, 5581 EA Waalre,
04904-3231.
- Vries, Drs. J.W.C. de, Klikspanweg 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.
Rijn en Schiekade 99a, 2311 AP Leiden,
071-134624.

- Warmels, Dr. R.H., Groningen, 050-116896.
Verzetsstrijderslaan 136, 9727 CJ Groningen,
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., N.R.A.O., Edgemont Road, Charlottesville, Va.
22901, U.S.A., tel. 09-18042960211, telex USA
5105875482.
- 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, Gojenbergsweg 112, 2050
Hamburg 80, BRD, 09-494072522493.
- Weijma, Dr. H., Z.W.O.
- Wesdorp, P.A., Dwingeloo.
Het Lage Holt 19, 7909 BL Hoogeveen,
05280-71754.
- Wevers, B.M.H.R., Groningen, 050-116805.
Bekemaheerd 93, 9726 CM Groningen, 050-417916.
- Wielebinski, Dr. R., Bonn.
- Willis, Dr. A.G., 14116-63 St., Edmonton, Alberta T5A 1R5, Canada.
- Wilson, Dr. A.S., University of Maryland, Astronomy Program Space
Science Building, College Park, Maryland 20742,
U.S.A.
- Windhorst, Drs. R.A., Leiden, tst. 5837.
Aert van Neslaan 405, 2341 HP Oegstgeest,
071-171404.
- 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.
- Wolfers, A., Westerbork.
Hoofdweg 53, 8424 PK Elslloo, 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.

5
11