stichting radiostraling van zon en melkweg
netherlands foundation for radioastronomy

jaarverslag
annual report

1978

STICHTING RADIOSTRALING VAN ZON EN MELKWEG

NETHERLANDS FOUNDATION FOR RADIO ASTRONOMY

Radiosterrenwacht Dwingeloo
Postbus 2,
7990 AA DWINGELOO
Telefoon: 05219-7244
Telex: 42043 srzm nl

Radiosterrenwacht Westerbork
Schattenberg 4,
9433 TA ZWIGGELTE
Telefoon: 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

De plaat op de omslag illustreert de toenemende invloed van microcomputers en de techniek van ontwerpen met behulp van computers op de ontwikkeling van "hardware" bij de SRZM.

De tekening is voortgebracht door een computerprogramma voor automatische lay-out van kaarten met gedrukte bedrading en betreft hier een universeel bruikbare kaart voor microcomputers.

Het lay-out programma, nog heel bescheiden in vergelijking met wat in de grote bedrijven op dit terrein wordt gedaan, heeft reeds zijn nut bewezen; de problemen, die het met de hand vervaardigen van lay-outs van grote kaarten oplevert, worden er zeker door verlicht.

Cover picture

The increasing influence of both microcomputers and computer aided design techniques on the development of hardware in the SRZM is illustrated on the cover design.

The drawing is produced by an automatic printed circuit layout computer program. It is, in fact, a layout for a general purpose microcomputer board. The layout program, although simple in comparison with major development and layout systems used elsewhere, has already proved useful in easing the problems of completely manual layout of large printed circuit boards.

TABLE OF CONTENTS

		Page
Table of contents		2
1.	REPORT OF THE BOARD	6
2.	DEPARTMENTAL REPORTS	11
2.1.	Westerbork Telescope Group	11
2.2.	Dwingeloo Telescope Group	32
2.3.	Computer Group	37
2.4.	Laboratory and Central Technical Services	43
2.5.	Astronomy Group	57
2.6.	Administration of the Foundation / General Affairs	64
2.7.	Personnel Council	69
3.	ASTRONOMICAL REPORTS	70
3.1.	Radio astronomical Research of Foundation staff	70
3.2.	Radio astronomical Research at "Kapteyn Laboratory" Groningen	76
3.3.	Radio astronomical Research at Leiden Observatory	109
3.4.	Radio astronomical Research at Utrecht Observatory	126
3.5.	Radio astronomical Research at the Laboratorio di Radioastronomia, Bologna, Italy	129
3.6.	Report of the Program Committee	132
4.	EXTENSION OF THE SYNTHESIS RADIO TELESCOPE WESTERBORK	135
5.	INCREASE OF THE TIME RESOLUTION OF THE SRT FOR SOLAR OBSERVATIONS	138
6.	*ENGLISH SUMMARY*	140
6.1.	Report of the Board	140
6.2.	Departmental Reports	142
6.3.	Astronomical Reports	148
6.4.	Extension of the Synthesis Radio Telescope	153
6.5.	Increase of the time resolution of the SRT for solar work	154
6.6.	Appendices	154

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
Inhoudsopgave		3
1.	BESTUURSVERSLAG	6
2.	AFDELINGSVERSLAGEN	11
2.1.	Teleskoopgroep Westerbork	11
2.2.	Teleskoopgroep Dwingeloo	32
2.3.	Computergroep	37
2.4.	Laboratorium en Centrale Technische Dienst	43
2.5.	Astronomen	57
2.6.	Algemene Zaken / Het Bureau	64
2.7.	Personeelsraad	69
3.	ASTRONOMISCHE VERSLAGEN	70
3.1.	Radioastronomisch onderzoek van Stichtingsstafleden	70
3.2.	Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen	76
3.3.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrenwacht te Leiden	109
3.4.	Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrenwacht te Utrecht	126
3.5.	Radioastronomisch onderzoek op het Laboratorio di Radioastronomia te Bologna, Italië	129
3.6.	Verslag van de Programma Commissie	132
4.	UITBOUW SYNTHESE RADIOTELESKOOP WESTERBORK	135
5.	VERHOGING VAN HET TIJDOPLOSSEND VERMOGEN VAN DE SRT VOOR WAARNEMINGEN VAN DE ZON	138
6.	*ENGLISH SUMMARY*	140
6.1.	Report of the Board	140
6.2.	Departmental reports	142
6.3.	Astronomical reports	148
6.4.	Extension of the Synthesis Radio Telescope	153
6.5.	Increase of the time resolution of the SRT for solar observations	154
6.6.	Appendices	154

Page

Appendix A. ORGANISATION 156

A.1. Board 156
A.2. Management 156
A.3. Committees 157
A.4. Intermediaries other institutes 158
A.5. Personnel Council 158
A.6. (Inter)national committees 158

Appendix B. PERSONNEL 159

B.1. Bureau of the Foundation 159
B.2. Telescope Group 159
B.3. Central Technical Services 160
B.4. Laboratory Group 161
B.5. Computer Group 161
B.6. Astronomy Group 162
B.7. Work-students 162
B.8. Temporary personnel 162

Appendix C. FINANCES 163

C.1. Summary of the Operating budget 1978 163
C.2. Operating budget 1979 163
C.3. Investment budget 163

Appendix D. OBSERVING FACILITIES OF THE FOUNDATION 164

D.1. Observing facilities at Westerbork 164
D.2. Observing facilities at Dwingeloo 167

Appendix E. PUBLICATIONS AND REPORTS 171

E.1. Research papers 171
E.2. Review papers and conference contributions 178
E.3. Popular papers 181
E.4. Internal Technical Reports 182
E.5. Notes 183
E.6. Colloquia in Dwingeloo in 1978 185
E.7. Colloquia given by Foundation staff 187
E.8. Congress attendance by Foundation staff 188

Appendix F. ADDRESSES 190

Blz.

Appendix A. ORGANISATIE 156

A.1. Bestuur 156
A.2. Werkgroep 156
A.3. Commissies 157
A.4. Kontaktpersonen instellingen 158
A.5. Personeelsraad 158
A.6. (Inter)nationale commissies 158

Appendix B. PERSONEEL 159

B.1. Bureau van de Stichting 159
B.2. Teleskoopgroep 159
B.3. Centrale Technische Dienst 160
B.4. Laboratoriumgroep 161
B.5. Computergroep 161
B.6. Astronomen 162
B.7. Werkstudenten 162
B.8. T.A.P.-regeling 162

Appendix C. FINANCIEN 163

C.1. Overzicht van het Gewoon Subsidie 1978 163
C.2. Gewoon Subsidie 1979 163
C.3. Investeringssubsidie 163

Appendix D. STICHTINGSWAARNEEMFACILITEITEN 164

D.1. Waarneemfaciliteiten Westerbork 164
D.2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo 167

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN 171

E.1. Onderzoek artikelen 171
E.2. Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen 178
E.3. Populaire artikelen 181
E.4. Internal Technical Reports 182
E.5. Notes 183
E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1978 185
E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting 187
E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen 188

Appendix F. ADRESLIJST 190

1. BESTUURSVERSLAG.

In dit voorwoord zijn enkele grepen gedaan uit wat zich in het verslagjaar binnen en rond de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg heeft voorgedaan. Daarbij wordt vooral aandacht gegeven aan hoogtepunten in dat jaar en aan vooruitzichten voor de langere termijn. Dit voorwoord is niet een samenvatting van het jaarverslag; veel belangrijke zaken zijn te vinden in de volgende hoofdstukken.

Het hoogtepunt in het jaar 1978 is wel de officiële ingebruikstelling op 20 januari van de nieuwe digitale lijnontvanger (DLB, digital line backend) te Westerbork. Dit is de bekroning van een zevental jaren van intensieve en bijna continue inspanning van enkele gespecialiseerde stafleden en hun medewerkers. Na ongeveer een jaar van geleidelijke inbedrijfstelling en testen van de gecompliceerde hardware en software, wat nogal eens interfereerde met het voordien weinig gestoorde waarneembedrijf te Westerbork, kon deze ontvanger dus begin 1978 worden vrijgegeven voor normaal gebruik. Deze nieuwe ontvanger geeft de mogelijkheid om nu met de Synthese Radio Teleskoop (SRT) tweedimensionale afbeeldingen te maken van radiobronnen op een groot aantal frequenties tegelijkertijd, zodat men gedetailleerd onderzoek kan verrichten aan de snelheidsvelden binnen een radiobron. Het karakteristieke van de nieuwe ontvanger is dat er een grote mate van flexibiliteit is in de onderling samenhangende keuzen van de spectrale resolutie en het aantal interferometers dat daarbij wordt gebruikt, dus van de kwaliteit van de ruimtelijke afbeelding. Het voorzien in deze tegen een eigenlijk relatief geringe investering verkregen mogelijkheid heeft aan de synthese radio teleskoop een extra dimensie gegeven; deze heeft de oorspronkelijke investering zeer in waarde doen stijgen. In het jaarverslag 1977 van ZWO heeft Dr. H. van Woerden een uitgebreid overzicht gegeven van de astronomische perspectieven die deze ontvanger biedt.

Een tweede markant punt is dat in dit jaar het groene licht kon worden gegeven voor de bouw van het zogenaamde "station oost" van de SRT. Dit is een railbaan van 180 meter, nauwkeurig in het verlengde van de bestaande basislijn gelegen, waarop de twee in 1976 gereed gekomen nieuwe spiegels zullen worden geplaatst. De basislijn van de SRT zal daarmee vergroot worden van 1,5 tot 3 km, hetgeen een verbetering geeft van het ruimtelijk scheidend vermogen met een faktor 2 (bij een golflengte van 6 cm dan ca. 3 boogseconden). Nog binnen het verslagjaar konden het grondwerk en de bouw van de railbaan worden voltooid. In het voorjaar van 1979 zal de railbaan worden ingemeten, waarna de twee spiegels die nu tijdelijk op de bestaande railbaan zijn geplaatst naar station oost zullen worden verhuisd. Deze nieuwe teleskopen zijn dit jaar evenwel intensief gebruikt. De nieuwe digitale lijnontvanger maakte het namelijk mogelijk, de tien vaste spiegels van

de SRT te correleren met vier beweegbare: de twee oude en twee nieuwe. Zo bestond de SRT dit jaar uit 40 interferometers, hetgeen een faktor 2 winst in gevoeligheid c.q. meetsnelheid betekende vergeleken met vorige jaren. Met deze configuratie: 40 interferometers op 1.5 km basislijn werd dit jaar een groot aantal waarneemprogramma's uitgevoerd, groter dan in enig voorafgaand jaar.

Een derde punt is dat de Stichting RZM in 1978, samen met enkele andere zowel Europese als Noord-amerikaanse radio-observatoria, wederom enkele zogenaamde VLBI waarnemingen heeft verricht (VLBI: Very Long Baseline Interferometry). Deze metingen zijn uitgevoerd zowel met de teleskoop te Dwingeloo als nu ook met de SRT te Westerbork. Deze laatste werd daarbij op een zodanige manier geschakeld dat de veertien teleskopen gezamenlijk funktioneerden als één grote spiegel, met een effectief oppervlak ongeveer gelijk aan dat van de 100 meter radioteleskoop te Effelsberg. Dit maakt interferometrie mogelijk met de hoogste nu beschikbare gevoeligheid. Het belang van deelname aan deze gezamenlijke waarnemingen is niet alleen het wetenschappelijk resultaat, maar ook dat gebleken is dat de SRT op uitstekende wijze bij dergelijke geavanceerde waarneemtechnieken kan worden gebruikt. Daarnaast is het van belang dat de technici van de Stichting RZM veel ervaring hebben kunnen opdoen voor waarnemingen, die in de nabije toekomst van groot astronomisch belang zullen worden.

Het organiseren van een internationaal colloquium over "Formation of images from spatial coherence functions in astronomy" was voor de Stichting een ongewone maar zeker niet onbelangrijke aktiviteit. Deze conferentie die van 10-12 augustus 1978 in de Martinihal te Groningen werd gehouden heeft in de loop van dit jaar tijd en aandacht van enkele stafleden en van een tweetal secretaresses in beslag genomen.

Het colloquium stond onder auspiciën van de Internationale Astronomische Unie (IAU) en de Internationale Unie voor Radio Wetenschappen (URSI). Zowel het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen als de IAU hebben financiële bijdragen geleverd voor de organisatie kosten.

Aan het colloquium werd deelgenomen door 112 deelnemers uit 13 verschillende landen. Hoewel het merendeel van de bijdragen de vele aspekten van apertuur synthese in radioastronomie behandelden, kwamen ook veel reconstructie technieken in de kristallografie en de medische wetenschappen aan de orde. Deze interdisciplinaire interactie bleek zeer vruchtbaar te zijn. In het algemeen kunnen we terugzien op een colloquium dat, mede door het tijdstip waarop het was georganiseerd, buitengewoon nuttig was.

Naast deze optimistische klanken zijn er ook geluiden die getuigen van bezorgdheid:

Daarvan willen wij als eerste noemen de nadelige invloed

- ook voor de Stichting RZM - van de economische ontwikkelingen in ons land gedurende de laatste jaren. Het betreft in de eerste plaats het krapper worden van de middelen. Dit is vooral voelbaar in de exploitatiesfeer, waar wij te maken hebben met de noodzakelijke kosten voor de goede bedrijfsvoering. Het waarneembedrijf vormt daarvan een belangrijke fractie. Juist op het moment, dat de uitbreiding van de waarneemfaciliteiten, in casu het zojuist gereedgekomen DLB en de binnenkort gerealiseerde langere basislijn van de SRT, al de uiterste efficientie in de bedrijfsvoering vergen is deze krapte zeer voelbaar.

Maar er is ook een niet te miskennen invloed op de flexibiliteit in de personeelsvoorziening. Moderne apparatuur, noodzakelijk voor het verkrijgen van optimale en geavanceerde sterrekundige waarnemingen, is gecompliceerd, vaak omvangrijk en vergt een uitgebreide verwerking van de data, dikwijls nog voordat de astronomen zelf er aan te pas komen. Dit vereist enerzijds meer, hoog gespecialiseerd onderhoudspersoneel, anderzijds de voor dit doel speciaal opgeleide systeem en programma ontwerpers. Doordat door genoemde omstandigheden de personeelsformatie in een gefixeerde toestand dreigt te geraken is het extra moeilijk zich steeds voldoende aan de situatie aan te passen. Het Bestuur en de direktie van de Stichting (de Werkgroep) grepen elke mogelijkheid aan om het beleid ten aanzien van dit punt in de juiste richting te sturen.

Een geheel ander punt, ook geldend buiten de Stichting RZM, betreft de "frequentiebescherming". Door de toenemende behoeften van de telecommunicatie in de meest wijde zin van het woord, neemt de bezetting van het electromagnetische spectrum met zenders steeds meer toe. De radioastronomie bestaat uit het waarnemen van uiterst zwakke signalen en is dus zeer kwetsbaar voor stoorsignalen. Hoewel reeds tientallen jaren geleden enkele frequentiebanden bij internationale afspraak zijn vrijgehouden voor de radiosterrenkunde, blijft het vrijhouden hiervan moeilijk door de steeds toenemende druk van andere gebruikers en doordat deze afspraken slechts door regionale besluiten worden bevestigd. Daarnaast is er een toenemende behoefte aan meer voor de astronomie vrij gehouden frequenties in verband met het onderzoek van moleculaire lijnen.

In 1979 vindt te Genève een conferentie plaats, de World Administrative Radio Conference (WARC), waar mondiaal de afspraken over de frequentieverdeling worden vernieuwd en vastgelegd tot het einde der 20e eeuw. Gezien het zeer grote belang van de resultaten van dit overleg voor de radiosterrenkunde heeft de Stichting RZM actief aan het vooroverleg meegewerkt. Dit geschiedde door een drietal deskundigen voor een aanmerkelijk deel van de werktijd toe te voegen aan de diverse commissies die de voorbereidingen treffen ten behoeve van de Nederlandse delegatie naar de WARC.

Dan mag de aandacht van de lezer nog worden gericht op de volgende zaken:

Op 1 september trad Dr. W.N. Brouw af als voorzitter van de Werkgroep na deze 4 jaar op voortreffelijke wijze te hebben geleid. Hij gaf de hamer over aan Ir. J.L. Casse. Dr. Brouw nam de leiding weer op zich van de Computergroep, die tot zolang was geleid door Drs. H.W. van Someren Grêve; Dr. J.D. O'Sullivan zal gedurende de komende jaren de leiding van het laboratorium waarnemen. Dr. R.G. Strom werd als waarnemend hoofd van de astronomengroep herbenoemd voor een periode van 2 jaar.

Met het inbedrijfstellen van het DLB en door het streven naar een steeds betere calibratie en correctie van de waarnemingen is het noodzakelijk geworden een groter deel van de data te verwerken vóór de eigenlijke astronomische interpretatie aan de orde is. Dit prepareren van het ruwe waarnemingsmateriaal kan het beste in Dwingeloo geschieden. Daarom is, op een enkele persoon na, de groep gegevensverwerking verhuisd van Leiden naar Dwingeloo. Ten behoeve van deze groep en voor het onderbrengen van de nodige computerapparatuur moest in een tijdelijke behuizing worden voorzien.

Dit jaar werd tevens besloten tot het aanstellen van een teleskoopastronoom voor de radiosterrenwacht Westerbork. Bij het uitvoeren van de waarnemingen en het instellen van teleskoop en ontvangerapparatuur is technische en astronomische kennis nodig. Een juiste afweging kan eigenlijk alleen goed geschieden door een team waar naast een goed inzicht in de complexe apparatuur ook over een behoorlijke astronomische ervaring wordt beschikt. De nieuwe funktionaris vult een lacune die hier bestond.

In het verslagjaar vielen ook de eerste praktische voorbereidingen voor het waarnemen van de radiostraling van de zon tijdens de periode van het naderende zonsmaximum. Van groot belang is de bijdrage die met de SRT kan worden geleverd tijdens de Solar Maximum Mission (SMM). Dit is een satelliet als drager van een groot aantal instrumenten voor zonsonderzoek, die operationeel zal zijn van oktober 1979 tot februari 1981, en zal samenwerken met vrijwel alle zonne-observatoria. Het onderzoek met HXIS (één der instrumenten van de SMM) gecombineerd met alle teleskopen van de Stichting is een aktiviteit van het Sterrekundig Instituut te Utrecht.

De laatste jaren organiseert de Stichting RZM een aantal gecombineerde vergaderingen, zoals die tussen Programma Commissie en Werkgroep, Zoncommissie en Werkgroep, het gebruikersberaad en het Quality Monitoring Committee. Het Bestuur constateert dat dit overleg tussen astronomen en technici zowel van binnen als van buiten de Stichting goede vruchten afwerpt. Ook het voortdurende kontakt tussen de Stichting en de universitaire instituten, waarbij de Stichtingsastronomen een belangrijke rol hebben, stemt tot voldoening. Het Bestuur is verheugd over de totstandkoming van de Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland, die tot

doel heeft het gehele sterrekundige onderzoek in ons land coördinerend te bevorderen.

Het Bestuur acht de algemene ontwikkelingen binnen de Stichting RZM zodanig, dat het met vertrouwen de toekomst tegemoet ziet. Dit, gezien de inzet van het personeel, de uitstekende wijze waarop de Werkgroep de werkzaamheden leidt en begeleidt, en het voortreffelijke werk van de Programma Commissie die de aangeboden waarneemprogramma's voor de Stichtingsinstrumenten selecteert. Daarbij zijn wij erkentelijk voor de voortdurende steun die wordt ondervonden van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek, waarmee de Stichting op de verschillende niveau's goede en prettige kontakten mag onderhouden.

In 1978 vergaderde het Algemeen Bestuur 2x; daarbij waren vooral aan de orde de vaststelling van de oorspronkelijke en aangepaste begrotingen en het aangeven van de hoofdlijnen voor het beleid.

Het Dagelijks Bestuur kwam 8x bijeen, de Werkgroep 21x. Het goede kontakt tussen de voorzitters van Bestuur en Werkgroep maakt daarbij efficiënt werken mogelijk en leidt tot een goede voeling tussen het Bestuur en de activiteiten die binnen de Stichting gaande zijn.

Vijf leden van het Bestuur waren per ultimo 1978 aftredend; zij hebben allen ingestemd met hun herbenoeming.

J. van Nieuwkoop.

2. AFDELINGSVERSLAGEN.

2.1. Teleskoopgroep Westerbork.

2.1.1. Algemeen.

Op 20 januari 1978 werd het Digitale Lijn Backend (D.L.B.) officiëel door het laboratorium aan de teleskoopgroep overgedragen. De teleskoopgroep kreeg daarmee een systeem onder beheer, dat in principe een groot aantal waarneemmogelijkheden in zich verenigt. Afgezien van een aantal basisconfiguraties, die al getest waren en waarmee al gemeten was, moest echter nog een enorme hoeveelheid software-inspanning gepleegd worden om de vele mogelijkheden te kunnen benutten.

Het jaar 1978 is dan ook het jaar geweest van voortdurende afweging tussen software-ontwikkelingen en waarnemen.

Dit heeft in de loop van het jaar een aantal consequenties gehad. Bekijken we de hoeveelheid tijd die besteed is aan: "geen waarnemingen", dan is dit een beduidend groter deel dan in voorgaande jaren. Deze tijd is voor een deel gebruikt voor het ontwikkelen van de software, een investering die in de toekomst zijn effect zal doen blijken. Niet alle tijd onder de rubriek: geen waarnemingen, is aan software besteed, ook het onderhoud van het systeem vraagt veel meer tijd dan vroeger. Ook heeft de grotere mate van gecompliceerd zijn van het systeem zijn invloed door een groter aantal storingen.

Het vorig jaar begonnen onderzoek naar het funktioneren van het gassysteem voor de coax-kabels, heeft tot een oplossing geleid die een betere fasestabiliteit garandeert.

Om te kunnen meten met een configuratie waarbij alle verrijdbare teleskopen en teleskoop 9 op een onderlinge afstand van 36 m staan, is de raakbeveiliging uitgebreid tot deze vijf teleskopen. Op een nog onbegrepen wijze heeft deze beveiliging een keer niet goed gefunktioneerd, hetgeen tot een "aanraking" tussen teleskoop 9 en A aanleiding heeft gegeven.

Dit jaar is de basis gelegd voor een nieuw besturingssysteem voor de teleskopen. Het bestaande (voor 12 teleskopen), tijdelijk uitgebreid voor C en D, moet vervangen worden. Dit projekt, uitgevoerd door het laboratorium, had veel inbreng uit de teleskoopgroep, vooral waar het operationele aspekten betreft.

De uitbouw van de S.R.T. naar een 3 km instrument heeft ook weer de nodige aandacht gevraagd. Hoewel het uitvoeren van het werk door buitenstaanders gebeurd, is er een continue overleg situatie nodig om tot optimaal werken te komen.

Een nieuw aspekt voor de S.R.T. was het meedoen als één van de stations in een internationaal V.L.B.I. experiment. Deze ervaring hebben we dit jaar tweemaal mogen hebben.

Een voorproefje van een ervaring die in 1979 ons deel zal

worden, was een twee weken waarnemen met een gekoeld frontend in een van de teleskopen, een experiment dat zeer gunstig is verlopen.

De samenstelling van de teleskoopgroep heeft afgelopen jaar enkele wijzigingen ondergaan: Mej. R. ten Berge vroeg ontslag per 1-12-1978. Zij wordt per 1-1-1979 opgevolgd door Mej. G. Jager. Op 1-11-1978 mochten we de heer D.J. Haanstra verwelkomen als bewaker en kwam de heer G. Kuper het waarnemersteam versterken.

2.1.2. Teleskoopgebruik.

In het begin van het jaar, beschikte de teleskoopgroep over een zeer gecompliceerd systeem, dat èn veel meer onderhoud zou vragen dan het voorgaande systeem, èn waarvan aan de softwarekant het raamwerk nog nauwelijks volledig was. Ervaring met het onderhoud moest nog opgebouwd worden, schattingen over de benodigde software tijd en een redelijke werkbare situatie, waren te maken. Dit heeft geresulteerd in een werkmethodiek die in de week veel dagtijd vrijmaakte voor de software, de nacht voor testen en meten en de weekends (vrijdag t/m maandag) voor waarnemingen. Dit schema was efficiënt voor de totale inspanning, maar was dit niet voor de deelaspekten. De software-ontwikkeling kreeg het systeem nooit precies op het moment dat hij het nodig had, aan het onderhoud moest strikt de hand gehouden worden, en het waarnemen geconcentreerd rond het weekend betekende in de praktijk dat ook alle storingen zich in het weekend manifesteerden.

Hoewel de nadelen van het weekcyclus-schema duidelijk waren, was dit de enige manier om naast waarnemen, toch zo snel mogelijk tot een bevredigend raamwerk voor de software te komen. In overleg met de computergroep werd dan ook, zodra het mogelijk was, overgegaan op een ander schema, waarbij twee à drie weken continue wordt waargenomen, waarna er een stopweek is voor software, onderhoud en modificaties.
Deze overgang gaf meteen een toename van het waarneemrendement te zien. Dat er naast de vele programmatuur, die gecreëerd en getest is, toch nog een brutorendement van 60% is kunnen ontstaan, kan tot vreugde stemmen.

Tot in begin april zijn de 21 cm frontends in gebruik geweest, waarna tot begin juli op de 6 cm is waargenomen. Daarna zijn de 21 cm frontends weer terug geweest tot begin oktober. In het vierde kwartaal is wisselend op 6 en 50 cm waargenomen. Een totaal overzicht van het waarneembedrijf is gegeven in Tabel I. Speciale vermelding verdienen: a) de V.L.B.I. experimenten, waarbij de SRT als één antenne (sommatie van de individuele-teleskopen) heeft meegedaan. Dit gebeurde in april op de 21 cm en in eind november op de 6 cm. b) de Jupiter waarnemingen in april, met juist gereviseerde 6 cm frontends. Jupiter moest in vijf achtereenvolgende etmalen worden waargenomen, maar door sneeuwbuien, frontendstoringen, externe storingen etc., heeft het twee weken ge-

vraagd om een gesloten waarneemserie binnen te halen.

Een probleem waar we dit jaar mee zijn geconfronteerd, is dat t.g.v. toename in zonne-activiteit (11 jaren cyclus) de ionosfeer ons meer parten gaat spelen en er naast de faradayrotatie correctie, meer correctie nodig is om tot een acceptabel fasegedrag te komen. Voor een ionosfeermodel-onderzoek is in december een aantal dagen wisselend op 21 cm en 50 cm waargenomen.

De storingsgevoeligheid van een gecompliceerd systeem zoals de SRT nu eenmaal is, kwam duidelijk tot uiting tijdens de extreem koude dagen tussen Kerstmis en Nieuwjaar. Vele onderdelen, teleskopen en stuurelektronika reageerden (in ongunstige zin) op de temperatuur. Er is vooral dit jaar extra veel moeite gedaan om met de beschikbare mogelijkheden, de kwaliteit van het systeem te beoordelen uit het verse waarneemmateriaal.

Het teleskooprendement, dat tot nu toe in percentage astronomische waarneemtijd van de totale tijd wordt uitgedrukt, houdt geen rekening met wat er in die tijd is waargenomen. Een zinvoller maat is wellicht het aantal kaarten per tijdseenheid (dag, week, maand), omdat dit het produktie aspekt beter karakteriseert, en in relatie gebracht kan worden met de verwerkingscapaciteit van de reduktieprocedures en de astronomen. De uitbreiding van het aantal interferometers en de spectrale dimensie zouden hiermede voldoende ondervangen zijn. Aangezien de toegenomen ontvanger gevoeligheid vaak benut wordt door in 12 uur meerdere bronnen in korte stukken waar te nemen, zou ook dit aspect meegenomen zijn. Het kwaliteitsaspect is echter moeilijk te vangen.

2.1.3. Computer systeem.

Wanneer we vanuit de teleskoopgroep over het computersysteem rapporteren, zal dit vanuit de softwarehoek zijn. De software vormt het systeem, de hardware is een vorm om het te realiseren.

In het vorige hoofdstuk is al voldoende gezegd over de problematiek om nieuw ontwikkelde software te testen op het gehele systeem (computer plus frontends, backend en teleskopen).

Er is in het afgelopen jaar veel aandacht besteed aan de computerconfiguratie, de hardware dus, zoals die nodig is om alle wensen vertaald in software te kunnen realiseren.

Er bestaan steeds twee on-line systemen, nl.: a) een produktiesysteem dat door de teleskoopgroep gebruikt wordt om waarnemingen te doen. b) een testsysteem dat door de computergroep gebruikt wordt om wijzigingen aan te brengen en te testen. Een aantal malen is in dit jaar de produktieversie vervangen door de testversie.

We kunnen de activiteiten van het afgelopen jaar "vereenvoudigd" omschrijven, als het maken van een "raamwerk" en het "invullen" en het aanbrengen van "verfijningen". Het raamwerk is nu grotendeels gereed, het invullen gebeurt, het aanbrengen van de verfijningen is grotendeels voor de toekomst.

Er is een teleskoopbewakingssysteem geïmplementeerd waarmee ook die kleine fouten gesignaleerd worden die aangeven dat er problemen in het teleskoop besturingssysteem aan het ontstaan zijn. Grotere fouten worden gebruikt om aan te geven dat een deel van de ontvangergegevens niet gebruikt mag worden i.v.m. te grote positionerings fouten.

Een aanzet is gemaakt voor een monitoringsysteem dat voorlopig een aantal frontend monitorpunten met een scanner systeem registreert en controleert.

De hardware heeft dit jaar wel de nodige problemen gegeven. Alle disk-drives zijn een of twee keer defect geraakt en de nieuwe 21 MX processor twee keer. In alle gevallen kon de oorzaak bij een voeding gevonden worden.

Het grootste gedeelte van de software inspanning heeft zich geconcentreerd op verfijning, wijzigingen beperkte mate, uitbreiding van het systeem. Hierdoor is het systeem handzamer geworden, maakt optimaal gebruik van de mogelijkheden van de nieuwe operating systemen en is ook krachtiger geworden.

In de zomer werd de HP2100A processor vervangen door een HP 21 MX-E met RTEIII operating systeem, nadat beide systemen snel omschakelbaar van de een naar de ander, een maand naast elkaar hadden gestaan. In december is het geheugen tot 128 K woorden uitgebreid en het RTE IV operation systeem ingebruik genomen.

2.1.4. Het ontvanger systeem.

Het signaalpad in het ontvangersysteem volgend komen we allereerst bij de frontends. Deze hebben in het afgelopen jaar betrekkelijk weinig zorgen gegeven. Voor de 21 cm serie die nu al sinds 1975 in de huidige vorm wordt gebruikt, was dit wel te verwachten; de 6 cm ontvangers vertoonden na de volledige retrofit relatief weinig operationele problemen. Bij de reduktie van de 6 cm waarnemingen bleek er echter een standsafhankelijk fasegedrag, dat uitermate moeizaam corrigeerbaar bleek, te zijn. Na een diepgaand onderzoek kwam een thermisch effect in een component aan het licht en werd verholpen.

Er moesten dit jaar in 3 teleskopen de frontendvoedingskabels door slijtage vervangen worden. Inmiddels zijn voor de resterende teleskopen nieuwe kabels aangemaakt.

Om een aantal testpunten van de frontends beter in de gaten te houden wordt het scannersysteem van de niet meer operationele ACB-ontvanger nu voor deze monitoring gebruikt. Dit levert nu elke dag een overzichtelijke uitvoer, waaruit de betrouwbaarheid van de belangrijkste frontendcomponenten af te leiden is.

Na de frontends hebben de jumpers veel aandacht gehad. Op alle teleskopen zijn de jumpers aan vervanging toe. Het nieuwe ontwerp voldeed echter nog niet aan de eisen en omdat de bestaande jumpers niet geacht werden nog een winter te doorstaan, zijn

deze in het derde kwartaal alleen voorzien van een nieuwe buitenmantel. Tevens werden de belangrijkste kabels in deze jumpers op fase getest. Dit gaf de jumper-ontwikkeling een jaar respijt.

Gaande van de frontends via de jumpers naar de huisjes of aansluitstations maakt het signaal gebruik van het gasgevulde coax-kabel systeem. Deze gasvulling (stikstof) heeft problemen (vele lekkages en ondanks een overdruk toch vocht in het systeem) gegeven. Een uitgebreid onderzoek heeft de oorzaken van het vocht opgeleverd, nl. de stikstof is niet droog en het is mogelijk dat waterdamp door de PVC-kabel in de jumpers naar binnen diffundeert. Ander slangmateriaal en een gedefiniëerd lek voor doorstroming in iedere teleskoop hebben deze problemen opgelost.

Bij de rijdende teleskopen passeren we op de aangegeven route de kabelstrengen, die de verbinding tussen de teleskoop en de aansluitstations verzorgen. Deze kabelstrengen, ontwikkeld om het verrijden te vereenvoudigen, voldoen redelijk goed. Het verrijden gebeurt gemiddeld 20 keer per jaar. Echter niet elke week; er zijn dus weken met meerdere keren verrijden. De praktijk leert dat met het grote aantal connectors ook problemen ontstaan die alleen te vermijden zijn door zeer zorgvuldig te werken (dit kost tijd) en het verrijden te minimaliseren.

Het traject door de grondkabels naar het gebouw geeft zelden problemen.

Aangezien de 6/50 cm retrofit frontends twee lokale oscillator signalen van gelijke sterkte nodig hebben, een voor het 6 cm en een voor het 50 cm gedeelte zijn de 7/8" kabels van het phase calibratie systeem nu ingebruik genomen voor LO2.

Het delayrek equalizer systeem is uitgebreid met een breedband mixer en equalizing systeem om de brede IF band van de 6/50 cm ontvangers rond 132 MHz te transformeren naar banden tussen 10 en 90 MHz voor het DLB (Digitale Lijn Backend) en het toekomstige DCB (Digitale Continuum Backend). Onvoldoende filtering heeft geleid tot storing van de zender "Steenwijkerwold", die echter door verstemming ondervangen kon worden. In de toekomst zullen extra filters aangebracht worden.

Bij het delay systeem zijn de stuurkaarten gemodificeerd. Door veroudering van componenten ontstonden problemen die door een andere schakeling met modernere componenten werden opgelost.

Bij het backend aangekomen zijn we het jaar begonnen met een systeem waar, doordat de ontwerpers er al enige tijd mee hadden gewerkt, de meeste fouten wel uit waren.
Het backend als zodanig heeft dan ook geen ernstige problemen opgeleverd al hebben er natuurlijk wel hier en daar reparaties en afregelingen plaatsgevonden. Dit gaf echter tevens de kans om beter in het systeem thuis te raken. Wel zijn er problemen geweest met de geschakelde voedingen van het systeem. Deze problemen zijn van diverse aard en moeten afhankelijk hiervan opgelost worden.

Het 21 cm phase calibratiesysteem is tegelijk met het Analoge Continuum Backend buiten gebruik gesteld maar nog niet definitief ontmanteld.

Beginnend met een gecompliceerd systeem zonder enige ervaring van het noodzakelijke onderhoud is er de eerste tijd een strak schema gevolgd. Iedere week woensdag testen, woensdagnacht duurtest, donderdag eventuele bijstelling, afregeling en reparatie. De dinsdag en dinsdagnacht waren beschikbaar voor de software ontwikkeling, zodat het waarneembedrijf zich om het weekend heen bewoog. Later is op grond van de ervaringen dit schema aangepast tot het al omschreven systeem van 2 à 3 weekse waarneemperiodes.

2.1.5. Mechanische/electrische systemen.

Naast de routine onderhoudswerkzaamheden die in vorige jaarverslagen gedetailleerd zijn vermeld, hebben de volgende problemen, die onderhoud op langere termijn vormen, aandacht gehad:

In de loop der jaren is slijtage opgetreden aan de tandwielkwadranten van de uurhoekbeweging. Reden hiervan is dat de geleiderollen, welke het gewicht van de tandwielkast bijna geheel dragen, het smeermiddel wegdrukken.
Doordat deze geleiderollen steeds eenzijdig dragen, is gecombineerd met de invloed van vocht, zodanig slijtage opgetreden, dat in sommige gevallen o.a. bij teleskoop 9 de boogies van de tandwielkasten over de zijkanten van de vertanding heen slepen. Oplossing van dit probleem wordt onderzocht.

In het afgelopen jaar zijn alle teleskopen voorzien van de nieuwe stormklampschakelaars zoals in het vorige jaarverslag omschreven.

Bij de regelmatig uitgevoerde remwegtest bleek de remweglengte van de uurhoekbeweging bij verschillende teleskopen regelmatig toe te nemen.
Daar dit verschijnsel het sterkste optrad bij teleskoop 8, werd de instelmotor met ingebouwde rem door een reserve exemplaar verwisseld. De remweg kwam hierdoor weer op de oorspronkelijke waarde.
Bij demontage van de rem bleken de remschoenen te zijn gesleten en de remtrommel enigszins gegroefd te zijn. De remtrommel werd enige tienden delen van een millimeter uitgedraaid en de remschoenen vernieuwd, waarna de rem zijn oorspronkelijke remkracht weer kon ontwikkelen. Daar deze slijtage bij de uurhoekbeweging van alle teleskopen was opgetreden, is een complete serie remschoenen besteld, en aangebracht.

De schakelaars op de teleskopen, zoals de eindschakelaars voor de volg- en instelbeweging voor uurhoek en declinatie vormen een bron van zorg. De mechanische schakelaars blijken niet de betrouwbaarheid te hebben die noodzakelijk is. Een onderzoek naar een verbeterde vorm van waarschuwen en beveiligen is aan de gang. Ook de kabels op de teleskopen geven problemen door slijtage. (zie o.a. het ontvanger hoofdstuk). Het volgend jaar moet een deel van de bekabeling systematisch vervangen worden.

Door de voedingen problematiek voor het D.L.B., is het totale

electriciteitsverbuik in Westerbork in relatie met de aanwezige No-Break installatie capaciteit in diskussie geweest. De keuze van een definitieve oplossing zal pas in de loop van het volgend jaar kunnen komen.

Op dinsdag 28 november is geconstateerd dat RT-9 een beschadiging heeft die alleen veroorzaakt kon zijn door een aanraking met RT-A. Bij nader onderzoek bleek RT-A inderdaad op de verwachte plaats beschadigd te zijn, zodat we moeten concluderen dat RT-9 en RT-A kans gezien hebben elkaar te raken. Dit kan alleen als de onderlinge afstand 36 m is, de raakbeveiliging niet funktioneert en er niet gemeten wordt.

Een onderzoek van de laatste 36 HD periode (3-11 tot 17-11) geeft geen indicatie over wanneer en hoe. Het onderzoek wordt voortgezet.

2.1.6. Diversen.

Externe storingen.

Een overzicht van de activiteiten om externe storingen te voorkomen, de actieve participatie in de W.A.R.C. voorbereiding besprekingen, is bij het hoofdstuk Algemene Zaken ondergebracht.

De geconstateerde storingen onderverdeeld naar band:

6 cm: Na het in gebruik nemen van de retrofit 6 cm frontends (met een gewijzigd frequentie schema) of een band rond 4874 MHz bleek dat vooral de westelijke teleskopen zeer sterk extern gestoord werden. Bewegings interferentie en verstemmings onderzoek leidden tot de conclusie, dat de scatterverbindingszender op 4537.75 MHz in Steenwijkerwold (die ons ook in 1970 stoorde) door zijn grote intensiteit kans ziet om op de 1.5 GHz mixer te komen en via 3e harmonische menging in de backendband terecht komt.
Door de LO-frequentie van de tweede mengtrap te verstemmen was het mogelijk om deze storing buiten de band te schuiven. Met de twee beschikbare kristal frequenties 162.44 en 171.94 MHz kunnen we nu vrijwel de hele 6 cm band bestrijden, alleen bij de max. bandbreedte van 10 MHz lukt dit niet helemaal.
Er is een verstemmingsnomogram gemaakt, zodat we bij waarneemscheduling snel kunnen zien of de waarneming kan, en hoe er verstemd moet worden.

21 cm: Om een indruk te krijgen waar storingen in de band van 1360 tot 1400 MHz gewoonlijk voorkomen is op 17 juli en 9 augustus deze band met een 'peak memory frequency spectrum analyzer' op de IF van het verstembare frontend in een teleskoop in zenith stand gezocht. Vrijwel altijd zijn wel stoorfrequenties bij 1392 en 1394 MHz aanwezig. Soms ook op 1357, 1359 en 1378 MHz.

In september is er veel sterke storing in onze 21 cm band geweest. Deze hingen duidelijk samen met de verschillende militaire oefeningen, die in september zijn gehouden. Soms konden we

door kontakten met de Koninklijke Luchtmacht het niveau verminderd krijgen. Met een spectrum analyzer en door verstemming van de LO zijn duidelijk storingen in onze 1400-1427 band waargenomen. (bv. 1403, 1413, 1420, soms zelfs heel sterk en breedbandig van 1413 tot voorbij 1427 MHz).
Ook worden we soms gestoord door een 3 GHz stoorbron.

Op 19 december werden wij van 7.09 MET tot 11.50 MET zeer sterk gestoord in onze 1400-1427 MHz band. We hebben dit in een 8-tal Polaroid foto's van het scherm van de spectrumanalyzer, in peak memory-mode, vastgelegd. Deze storingen zijn vrijwel zeker afkomstig van militaire jamming-oefeningen.

50 cm: Door de smallere band en enige verstemming (van 609.75 naar 608.50 MHz) zijn er nu vrijwel geen TV storingen meer in de band. De geluidsdraaggolf van Cloppenburg TV (kan. 37) ging echter de tussenversterkers oversturen, zodat de gain minder werd. Door een lagere instelling is dit effect voldoende verdwenen.

Overdag werden de waarnemingen vaak door de zon gestoord.

De Tupolev's van de Russische burgerluchtvaart zijn ook weer enkele malen gesignaleerd: elke passage verstoort onze waarnemingen op alle basislijnen gedurende een kwartier.

Bezoekers.

De sterrewacht Westerbork heeft weer veel bezoekers getrokken. Afgezien van de vele wandelaars die door het bos het Melkwegpad afliepen, hetgeen nu besloten wordt door een vitrine met uitleg over radioastronomie, zijn er weer onze zomer-excursies geweest. Opnieuw is het aantal uitgebreid, desondanks was het nauwelijks voldoende. Er waren dit jaar een veertigtal van deze rondleidingen, speciaal voor toeristen, dus zeer algemeen van opzet. Zij werden deze maal verzorgd door een lid van de Drentse Volkssterrenwacht, iemand die als praktikant bij ons voorheen al voldoende ervaring opgebouwd had om dit goed te doen.

Als hoogtepunt mag zeker de Nationale sterrekijkdag op 17 maart genoemd worden. Wij hadden die dag en speciaal de avond, gastvrijheid verleend aan de Volkssterrenwacht Drenthe en een open house voor de radiosterrenwacht georganiseerd.
Mede door de aanwezigheid van een heldere hemel (10 kijkers stonden naast onze teleskopen opgesteld) werd het evenement een groot sukses, getuige de 2500 bezoekers die wij die avond per huifkar vervoerd, mochten ontvangen.

Naast deze algemene rondleidingen waren er ook weer de iets meer gerichte excursies voor bedrijven en organisaties zoals:

T.H. Twente (enkele groepen)
Lerarenopleiding
Diverse V.W.O. scholen
Rijksinstituut voor Volksgezondheid
Biochemisch Laboratorium Universiteit Groningen.
K.N.M.I. Afd. Ionosfeer-onderzoek

N.V.W.S. diverse afdelingen
Groepen militairen
Astrokamp
Adviesraad Nederland - Antillen.

Tabel I. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESKOOPGEBRUIK IN 1978.

Datum		Ontvangertype	Waarneemstops
Begin	Eind		
1 jan.	3 jan.	21 - DLB	
3 jan.	6 jan.		DLB test
6 jan.	9 jan.	21 - DLB	
9 jan.	13 jan.		DLB test
13 jan.	16 jan.	21 - DLB	
16 jan.	20 jan.		DLB test en in gebruikname
20 jan.	1 feb.	21 - DLB	
1 feb.	2 feb.		DLB test, software test
2 feb.	8 feb.	21 - DLB	
8 feb.	9 feb.		Onderhoud, systeem testen
9 feb.	15 feb.	21 - DLB	
15 feb.	16 feb.		Onderhoud, systeem testen
16 feb.	21 feb.	21 - DLB	
21 feb.	23 feb.		Onderhoud, systeem testen
23 feb.	1 mrt.	21 - DLB	
1 mrt.	3 mrt.		Onderhoud, systeemtest, ontwikkeling
3 mrt.	8 mrt.	21 - DLB	
8 mrt.	9 mrt.		Onderhoud, systeemtest, ontwikkeling
9 mrt.	15 mrt.	21 - DLB	
15 mrt.	16 mrt.		Onderhoud, systeemtest, ontwikkeling
16 mrt.	22 mrt.	21 - DLB	
22 mrt.	23 mrt.		Voorbereiding VLBI
23 mrt.	30 mrt.	21 - DLB	
30 mrt.	31 mrt.		Voorbereiding VLBI
31 mrt.	2 apr.	VLBI	
2 apr.	3 apr.	21 - DLB	
3 apr.	5 apr.		Ombouw 21 DLB → 6 DLB
5 apr.	11 apr.	6 - DLB	
11 apr.	12 apr.		DLB test
12 apr.	27 apr.	6 - DLB	
27 apr.	28 apr.		DLB test
28 apr.	2 mei	6 - DLB	
2 mei	3 mei		DLB test
3 mei	9 mei	6 - DLB	
9 mei	10 mei		DLB test
10 mei	17 mei	6 - DLB	
17 mei	18 mei		DLB test
18 mei	23 mei	6 - DLB	
23 mei	25 mei		DLB test
25 mei	30 mei	6 - DLB	

30 mei - 1 jun.		Wisseling buitentrafo's
1 jun. - 5 jun.	6 - DLB	
5 jun. - 15 jun.		Revisie "no-break" en jumpers test prototype cryogeen
15 jun. - 16 jun.		Disc-crash, software problemen
16 jun. - 26 jun.	6 - DLB	
26 jun. - 28 jun.		DLB test, storing discdrive
28 jun. - 3 jul.	6 - DLB	
3 jul. - 6 jul.		Ombouw 6 DLB → 21 DLB
6 jul. - 13 jul.	21 - DLB	
13 jul. - 14 jul.		Installatie HP21MX
14 jul. - 27 jul.	21 - DLB	
27 jul. - 28 jul.		Software testen
28 jul. - 1 aug.	21 - DLB	
1 aug. - 2 aug.		Ombouw HP2100 → HP21MX
2 aug. - 3 aug.	21 - DLB	
3 aug. - 4 aug.		Netstoring
4 aug. - 8 aug.	21 - DLB	
8 aug. - 11 aug.		Systeem creatie HP21MX
11 aug. - 15 aug.	21 - DLB	
15 aug. - 16 aug.		Onderhoud, systeemtesten
16 aug. - 22 aug.	21 - DLB	
22 aug. - 24 aug.		Onderhoud, systeemtest, software
24 aug. - 2 sep.	21 - DLB	
2 sep. - 3 sep.		Discdrive defect
3 sep. - 10 sep.	21 - DLB	
10 sep. - 11 sep.		Discdrive defect
11 sep. - 25 sep.	21 - DLB	
25 sep. - 1 okt.		Revisie
1 okt. - 2 okt.	21 - DLB	
2 okt. - 6 okt.		Revisie, ombouw 21 DLB → 49 DLB
6 okt. - 9 okt.	49 - DLB	
9 okt. - 10 okt.		DLB test
10 okt. - 30 okt.	49 - DLB	
30 okt. - 1 nov.		Revisie, DLB test, 49 DLB → 6 DLB
1 nov. - 3 nov.	6 - DLB	
3 nov. - 17 nov.	49 - DLB	
17 nov. - 20 nov.	6 - DLB	
20 nov. - 22 nov.		Revisie, voorbereiding VLBI
22 nov. - 26 nov.	VLBI	
26 nov. - 27 nov.	6 - DLB	
27 nov. - 6 dec.	49 - DLB	
6 dec. - 8 dec.		Revisie, genereren RTE IV

8 dec. - 9 dec.		Netstoringen door ijzel
9 dec. - 11 dec.	49 - DLB	
11 dec. - 14 dec.		Revisie, ombouw 49 DLB → 21 DLB, voorbereiding ionosfeer calibratie
14 dec. - 19 dec.	49/21 - DLB	
19 dec. - 20 dec.		DLB test, ombouw 49 DLB → 21 DLB
20 dec. - 28 dec.	21 - DLB	
28 dec. - 29 dec.		Software test
29 dec. - 31 dec.	21 - DLB	

Totaalcijfers uit het chronologisch overzicht.

21 cm DLB	:	149 dagen
6 cm DLB	:	73 dagen
49 cm DLB	:	48 dagen
49/21 cm DLB	:	5 dagen
VLBI	:	6 dagen
Géén waarnemingen	:	84 dagen

Er vonden 13 systeemomschakelingen plaats, waarvan 4 ten behoeve van VLBI metingen, en 4 frontendserieverwisselingen.

Tabel II. TELESKOOPGEBRUIK IN PERCENTAGE VAN TOTAAL AANTAL UREN.

	6 DLB	21 DLB	49 DLB	Om-bouw	instru-menteel	1978	1977	1976	1975	1974	1973
a. 12 uurs-synthese: cont.	12	9	34			19	19	26	43	33	31
: lijn	2	12									
b. <12-uurs waarne-ming : cont.	14	6	14			15	23	22	20	29	29
: lijn	3	7									
: VLBI	4	1									
c. Calibratie	24	25	34		89	26	20	28	22	22	19
d. onderhoud, systeemtests	20	12	9	51	6	15	5	14	8	9	10
e. ontwikkeling, software	10	15	3	27	2	13	27	6	4	4	7
f. storing, weer, stilstand	11	13	6	22	3	12	6	4	3	3	4
Jaartotaal 1978	26	53	14	5	2	100					
Netto rendement (a+b)	35	35	48			34	42	48	63	62	60
Bruto rendement (a+b+c)	59	60	82			60	62	76	85	84	79

Tabel III. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1978.

6 cm DLB continuum

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
122	Variability of galaxies and QSO nuclei	Fanti, Lari, Miley, Kotanyi, Ekers	10
127	Planetary nebulae near galactic center	Isaacman, Dekker, Habing, Oort, Shane	24
206	Extended quasars with peculiar structures	Padrielli, R.Fanti, Feretti, Giovannini, Parma	12
209	Large southern radio galaxies	Willis, Strom	14
267	Sources in the 5 GHz S5 survey	Kuhr, Kapahi	24
287	Ttauri stars	Felli, Panagia, Gahm, Nordt	18
322	NGC6251	Wilson,Strom,Willis	24
337	X-ray source 2A1219+305	Wilson, Meurs, Ward	4
349	Multi wavelength study of extended radio galaxies	Van Breugel, Miley, V.d.Laan, Radex	36
362	Jupiter	De Pater, Le Poole, V.d.Laan, V.Someren Gréve Dickel	125
370	BLLAC objects	Weiler, Johnston	12
425	Supernova remnant in M33	Goss, Israël, v.d.Kruit	12
430	Weak quasars	Oosterbaan, Bijleveld	31
433	4C sources with jets	V.Breugel, Miley, Willis V.d.Laan	24
436	BLLAC object 0846+51W1	De Ruiter, Meurs, Oosterbaan	2
437	Cluster Abell 2462	Dickel, Valentijn	8
439	Zwicky cluster 1810.2+4949	Robertson, Strom	12
442	Complex source 4C39.04	J. Katgert,Padrielli, Lari	24
443	γ-ray source CG135+1	Spoelstra, Hermsen, Swanenburg	8
444	Nuclei of galaxies	Hummel	16
446	Galactic centre variability	Sanders, Ekers, De Bruyn	32
449	Head-tail radio galaxies	Valentijn, Roos	48
476	Nova Cygni 1978	Spoelstra, Israël	11
		Totaal 6 CM DLB continuum	531

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
6 cm DLB lijn.			
435	Recombination lines of HII regions	Goss, Van Gorkum, Harten	60
447	H_2CO absorption	Goss, Shaver, Habing, De Jong, Norman	48
		Totaal 6 cm DLB lijn	108
21 cm DLB continuum.			
104	Andromeda nebula M31	Brinks, Shane, Raimond, Bystedt	72
123	Large radio galaxy NGC315	Strom, Willis, Briddle	12
127	Planetary nebulae near the galactic centre	Isaacman, Dekker, Habing, Oort, Shane, Wouterloot	14
221	Survey of Seyfert galaxies	Meurs, Wilson	60
250	Nova Cyg 1975	Spoelstra	1
322	Large galaxy NGC6251	Willis, Strom, Wilson	37
335	Complete sample of Seyfert galaxies	Meurs, Wilson, De Bruyn	12
341	Variability of thermally emitting HM SAG	Spoelstra, Matthews, Purton	2
344	Classical Seyfert galaxies	Meurs	24
349	Extended radio giants	V.Breugel, Miley, V.d. Laan	51
351	Complex sources from GB survey	Windhorst, Katgert	4
357	Structure of HD193793	Matthews, Olnon	12
367	Monitoring BLLAC candidates	Meurs	6
376	Cometary nebula near NGC7023	Spoelstra	2
414	NML Cygnus	Goss, Habing, Winnberg	12
415	Variability of nuclear source of Seyfert IIIZW2	Wilson	3
422	Abell clusters	Robertson, Radex	33
423	Groups of galaxies	Roos, Valentijn, Dickel	48
425	M33	Goss, V.d.Kruit, Israël	12
426	Coronal star emission	Harten, Zwaan	20
450	Deep HEAO-B(X-ray)survey	P.Katgert, Albers, J.Katgert, V.d.Laan, Robertson	96
461	Abell clusters	Robertson, Valentijn, Roos, Machardy	24
462	Cluster of galaxies A2241	Roos, Valentijn	12

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
469	Extended BLLAC objects	Kapahi	12
476	Nova Cygni 1978	Spoelstra, Israel	15
		Totaal 21 cm DLB continuum	596

21 cm DLB lijn.

199	Recombination lines in HII regions	V.Gorkum, Harten, Shaver	36
260	HI in NGC4278	Raimond, Gallaghan, Faber, Knapp, Schilizzi	24
263	HI in early-type galaxies	Shostak, Peterson, Schwarz	24
297	High velocity clouds	Schwarz, Hulsbosch, V.Woerden	37
318	Face-on galaxies	V.d.Kruit, V.Albada	12
331	HI in Seyfert galaxies	Rots, Heckman, Sullivan, Batch	38
334	HI in elliptical galaxies	Huchtmeier, Woltjer, Tammann, Wendker	7
339	NGC1275	Ekers,V. Gorkum	24
380	NGC3190 Group	T.v.Albada, Sancisi	14
381	Peculiar galaxy NGC4438	Kotanyi,V.Gorkum	10
382	Gas around M51	Shane, Giovanelli, Haynes	12
384	HI survey of M31	Brinks, Bystedt, Davies, Emerson, Raimond, Shane, Weliachew, E.V.A.	108
385	NGC6946, HII regions and velocity dispersion	Viallefond, Allen, Goss, V.d.Kruit	25
386	Masses of double galaxies	T.v.Albada,Schwarz, Dickens, Sancisi	88
388	Line features in Seyfert galaxies	Meurs	12
393	N1052	Goss, Ekers, Mebold, V.Woerden	22
394	Hydrogen in nearby groups of galaxies	Sancisi, Sargent, Lo	31
396	Point sources in SNR's	Goss, Shaver	24
399	Early-type galaxies	Norman,Shane, Faber, Knapp, Gallagher, Krumm	24

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
404	HI in Abell 262	Shostak, Disney, V.Woerden, Wilson, Haynes	58
405	Hydrogen in lenticular galaxies	V.Woerden,Goss,Niebold, Schwarz	37
406	CTB80	Strom, Harten	12
407	HI in magellanic galaxies	Rots, V.Woerden	48
424	HI absorption in SNR Tycho	Schwarz, Goss	36
428	Cluster Abell 2199	Warmels, V.Woerden, V.Albada, Sullivan	16
460	NGC 1961	Shostak, Hummel, Shaver T.v.d.Hulst	12
463	Cluster Abell 2151	V.Woerden, V.Albada, Oort, Warmels	12
		Totaal 21 cm DLB lijn	803

49 cm DLB

185	Low luminosity radio galaxies	Fanti, Ekers, Gioia, Lari, Parma	24
209	Southern radio sources	Willis, Strom	13
216	Large HII regions	Harten, Felli, Tofani	24
292	Large HII regions	Harten, Matthews	12
322	Large galaxy NGC6251	Wilson, Strom, Willis	48
340	SNR G127.3+0.7	Shaver, Pauls	23
349	Extended galaxies	V.Breugel,Miley, V.d.Laan	50
390	Complex SNR's	Kapahi, Velusamy	25
409	3C318.1	Miley	2
416	Regions with peculiar polarisation of galactic radio emission	Spoelstra	12
422	Abell clusters 84 and 629	Robertson, Radex	24
432	3C3903	V.Breugel, Meurs	24
433	4Csources with jets	V.Breugel, Miley, Willis	36
438	Radio haloes of active galaxies	Meurs	9
441	Cluster A1367	Gavazzi, Perola, P. Katgert	12

Code	Onderwerp	Onderzoeker(s)	Uren
445	PSR 1930+22	Goss, Morris,Schwarz	13
450	Deep HEAO-B X-ray survey	P.Katgert, Albers, V.d.Laan, Robertson	113
453	Q0241+623	Miley, Morgan	21
471	Steep spectrum sources	Miley, Harris, Willis, Costain, Dewdney	36
472	QSO 1331+170	Kotanyi, Wolfe, Sancisi	4
473	Very large multiple source	Sancisi	12
474	6C Survey sources	Sancisi, Baldwin, Warmer	24
476	Nova Cygni 1978	Spoelstra, Israel	24
		Totaal 49 cm DLB	585

Tabel IV. DIVERSE KARAKTERISTIEKE GEGEVENS BETREFFENDE HET TELESKOOPBEDRIJF.

Onderwerp	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Aantal projekten	103	113	148	115	107	100
Totaal aantal waarnemingen	5000	6000	4600	7200	5700	4000
aantal 12-uurs synthese	217	231	301	184	129	135
Teleskoop rendement netto %	60	62	63	48	42	34
bruto %	79	84	85	77	62	60
Percentage herhalingsmetingen (van netto)	3	7	5	8	5	5
Aantal systeem omschakelingen	10	12	20	27	5	13
Aantal wisselingen frontendserie	4	4	3	4	1	4
Aantal individuele frontendvervangingen	18	7	23	13	19	34
Aantal keren verrijden	-	36	40	49	24	15

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

Systeem	1973	1974	1975	1976	1977	1978
6 A.C.B.	57	32	16	37	21	-
6 A.L.B.	-	-	14	-	-	-
6 D.L.B.	-	-	-	-	-	25
21 A.C.B.	14	20	28	39	53	-
21 A.L.B.	4	41	13	8	-	-
21 D.L.B.	-	-	-	-	11	53
49 A.C.B.	25	7	29	16	15	-
49 D.L.B.	-	-	-	-	-	22

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

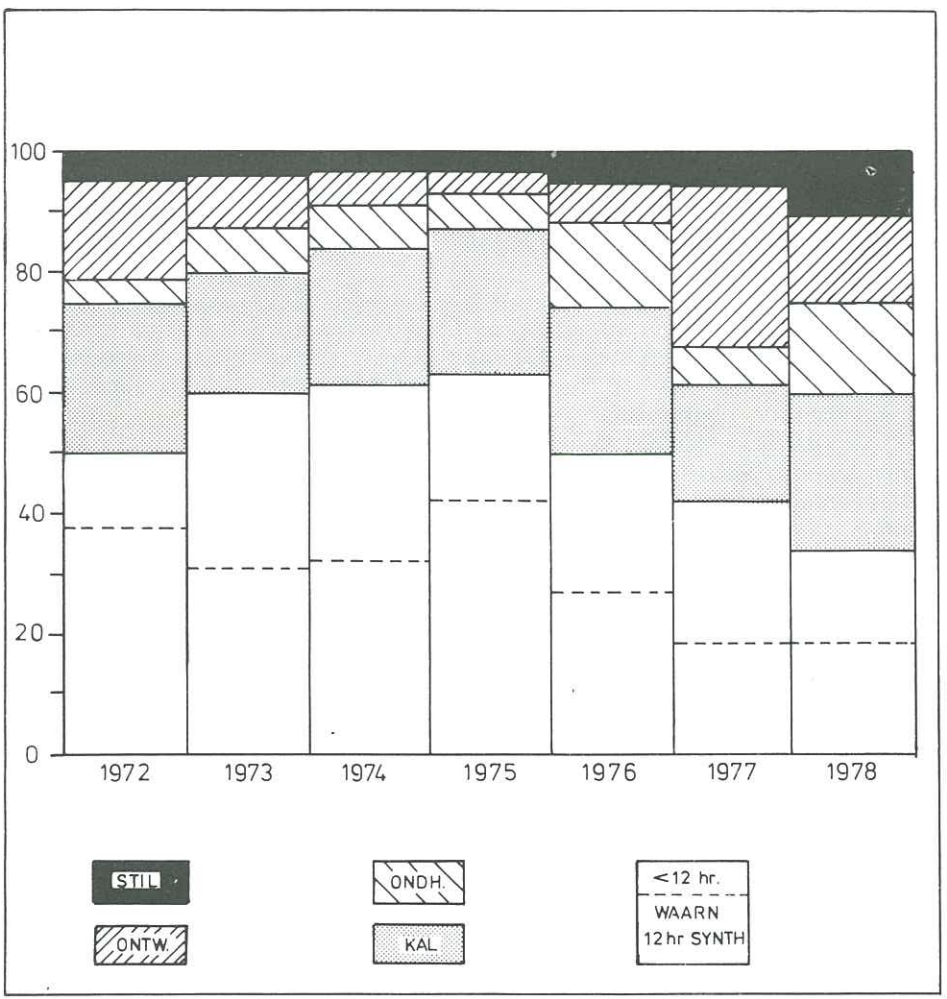
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Instrumenteel	6	-	-	-	3	-
Zonnestelsel	2	2	-	1	2	5
Galactisch	25	12	31	24	26	21
Nabije stelsels	17	52	30	24	16	24
Extra-galactisch	50	34	39	51	53	50

Figuur 2.1.1. 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. Algemeen.

Tabel 1 geeft een overzicht van het gebruik van de 25 m teleskoop. De voor ons nog tamelijk nieuwe VLBI waarnemingen (interferometrie met zeer lange basislijnen) namen al 5% van de teleskooptijd voor hun rekening. Al deze waarnemingen zijn met de in huis gebouwde terminal met sukses uitgevoerd. Ze werden alle op 18 cm golflengte uitgevoerd. Overigens werd nagenoeg evenveel tijd aan 18 als aan 21 cm werk besteed.

De hoeveelheid teleskooptijd die verloren ging door bedrijfsstoringen was bevredigend kleiner dan vorig jaar. Dit is ten dele te danken aan de geslaagde revisie van elektronische circuits, die dit jaar met die van de klokuitlezingen en die voor het gegevens verkeer tussen teleskoop en computer, werd afgerond. Ook het gereedkomen van een "no-break" installatie voor vitale onderdelen zoals de klok- en de standuitlezingen, heeft aan het gunstige resultaat bijgedragen. De overblijvende bedrijfsstoringen zijn grotendeels het gevolg van niet automatisch herstarten van de stuurcomputer na netstoringen en van fouten die soms optreden in de computer en de registratie band eenheid. Het tijdverlies door ongunstig weer (grote hitte, strenge vorst, storm) was slechts onbetekenend, ca. 1%.

Ook de tijd nodig voor onderhoud heeft zich gunstig ontwikkeld. In de in tabel 1 aangegeven tijd, 10%, is ook enige tijd voor modificatie en uitbreiding van bestaande systemen opgenomen. Het routine onderhoud is in de loop van het jaar anders opgezet. Het elektrisch onderhoud komt vooral neer op het opsporen en herstellen van incidenteel optredende fouten, terwijl preventief onderhoud vooral betekent vervangen van circuits door moderner oplossingen. Om de kennis van de circuits en de mogelijke fouten bronnen te spreiden en de ad hoc beschikbaarheid van mankracht voor foutzoeken beter te verzekeren zijn hierbij nu drie man betrokken. Het preventief mechanisch onderhoud geschiedt nu geheel in de 14-daagse beurten, naar gelang het aantal bedrijfsuren van de onderdelen. De gebruikelijke 3 à 4 weekse groot-onderhoud periode is daarmee vervallen. Toch zal ook in de toekomst soms een dergelijke bedrijfsonderbreking nodig blijven voor b.v. een schilderbeurt, modificaties en vervanging van verouderde apparatuur. Ernstige zorgen gaf het Sordella hefplateau zowel t.a.v. de buitengewone slijtage van een der hijskabels als t.a.v. de slechte corrosie toestand. Een grondige behandeling hiervan is in het komende jaar noodzakelijk.

Voor het zonnewerk trad een nieuwe fase in: die van radiovlam spectrografie tussen ca. 500 en ca. 670 MHz. Naast varianten van bekende fijn strukturen werden ook reeds enkele nieuwe strukturen waargenomen. Een bijzondere gebeurtenis was de ontdekking van zgn. "microwave spikes", zeer kort levende (ca. 20 ms) stralings-

flitsen in een zonnevlam op 11 cm golflengte. Deze levensduren zijn ongeveer twee ordes van grootte kleiner dan tot dan toe bekend was. Deze waarneming toont aan dat tot in het microgolfbereik een hoge tijdresolutie (ca. 1 ms) voor vlam onderzoek noodzakelijk is. Het ontwerp voor een nieuw 1 ms resolutie gevende, digitaal uitlezingssysteem kwam gereed, terwijl reeds enkele noodzakelijke aanpassingen van de spectrograaf werden aangevat. Waarnemings procedures zijn ontworpen om de, toekomstige tienvoudig verhoogde, gegevensstroom direkt al te beperken tot het uiteindelijk gewenste deel ervan.

Het zich steeds uitbreidende PDP11/70 computer systeem werd in de loop van het jaar uit de waarneemkamer en in een apart noodgebouwtje geplaatst. Hiermee werd voor het waarneemwerk een noodsituatie opgelost.

2.2.2. Waarnemingen.

Zon

Hoewel de zon een toenemende activiteit vertoonde werden dit jaar minder, 433 uur, waarnemingen verricht dan vorig jaar. Dit is grotendeels het gevolg van de tijd nodig voor de verstemming van de spectrograaf, terwijl ook de aard van de verschijnselen, nu vlam spectra, toen de veelvuldiger voorkomende en langduriger Type I ruisstormen, een rol heeft gespeeld. In totaal werd ca. 70 minuten digitaal geregistreerd. Deze hoeveelheid is vooral door de andere geaardheid van de verschijnselen veel geringer dan vorig jaar.

De interferometer werd in augustus buiten gebruik gesteld, nadat hij nog voor een internationale waarneemcampagne aan Type I stormen was ingezet en voor een radioastronomie practicum (Utrecht) was gebruikt. De ontvanger funktioneert nu als fluxmonitor vanuit de oost teleskoop.

De waarnemingen werden, als gebruikelijk, gerapporteerd aan de betrokken astronomen van het Sterrekundig Instituut te Utrecht en een groot aantal andere observatoria en de World Data Centers te Boulder, Toyokawa en Moskou. Onze waarnemingen werden als gebruikelijk opgenomen in de maandelijkse publikatie "Solar-Geophysical Data" van de National Oceanic and Atmospheric Administration, N.O.A.A., te Ashville, N.C., U.S.A.

21 cm

Een groot aantal programma's kon met sukses worden afgerond: D222, D228, D374, D410. Van het vervolg survey van D228 kon de $2^{o}x2^{o}$ pilot survey ook grotendeels waargenomen worden. Het vervolg deel van D410 moest helaas door tijdnood uitgesteld worden. Het programma D475 moest uitgesteld worden wegens instrumentele tegenslag.

18 cm

Een vijftal VLBI metingen, D372, D398, D451, D456 en D477, werden met sukses uitgevoerd. Verder kwamen de programma's D371, D413 en D418 gereed, terwijl een begin gemaakt werd met D458, de meting van de "lichtkrommes" van een aantal OH-bronnen.

Testmetingen

De verbeterde standuitlezing van de teleskoop maakt een betere richtnauwkeurigheid mogelijk doordat de correcties vereenvoudigd zijn. Uitvoerige metingen hebben inconsistenties beter aan het licht gebracht die eerder door een schijnbare afwijking in geografische positie waren verklaard. Deze verklaring bleek niet houdbaar, evenmin als een gebaseerd op railbaan afwijkingen.

Deze kwestie kon nog niet bevredigend worden opgelost.

2.2.3. Teleskopen.

Alle teleskopen hebben zonder bijzondere problemen gefunktioneerd. De 25 m teleskoop werd voorzien van een verbeterde azimuth uitlezing. De vervanging van de gedeeltelijk verouderde elevatie en azimuth aandrijving werd voorbereid. Voor de Würzburg west kwam een nieuw apparatuurhuisje gereed.

Bijzondere problemen deden zich voor met het Sordella hefplateau. Een der hijskabels vertoonde abnormale slijtage ten gevolge van aanlopen tegen enkele constructie delen. De oorzaak kan met enkele geringe, in huis uit te voeren, modificaties worden teniet gedaan. De vervanging van de kabel kost onverwacht veel tijd (levertijd) zodat tegen het eind van het jaar het hefplateau zelfs buiten gebruik gesteld moest worden.

De Würzburg-west werd van een 4-poot steun voor een log.per. antenne voorzien, waarmee het rendement op 600 MHz werd bepaald. De gevonden waarde was zo goed (ca. 60%) dat de teleskoop geschikt gemaakt wordt voor routine bewaking van de zon met de zonnespectrograaf.

De 3.5 m/0.8 m teleskoop heeft zonder problemen gewerkt.

De standuitlezers en klokuitlezers voor de 25 m teleskoop zijn op een no-break installatie geplaatst, die, na aanvankelijk nogal wat moeilijkheden, nu bevredigend werkt.

De kristal oscillator van de sterretijd standaard moest wegens defect vervangen worden. Hiervoor is een relatief goedkoop type gekozen dat voor onze toepassing ruimschoots voldoende nauwkeurigheid geeft, maar wel veel minder dan de oorspronkelijke oscillator (10^8 i.p.v. 10^{12}).

2.2.4. Ontvanger systemen.

De voor gebruik in Dwingeloo beschikbare ontvangersystemen

zijn in appendix D weergegeven. Hoewel er een duidelijk onderscheid bestaat tussen ontvangers speciaal geschikt voor zonnewaarneming en die voor andere objecten is het technisch mogelijk de systemen te combineren. De zeer gevoelige ontvangers kunnen met geschikte verzwakkers voor zonwaarneming gebruikt worden, waardoor meer frequenties met hoog frequentie oplossend vermogen waargenomen kunnen worden, zij het met een gering frequentie bereik en een gering tijdoplossend vermogen. Ook kan de zonnespectrograaf achter een gekoelde ontvanger geplaatst worden.

De gekoelde ontvangers hebben in het algemeen goed gewerkt. Stabiliteits problemen met de 18 cm UC ontvanger konden worden opgelost. De beschikbaarheid van ontvangers werd gehinderd door het spoedig defect raken van de F.E.T.-versterkers bij herhaald opwarmen en afkoelen, zodat soms tot roofbouw moest worden overgegaan. Hoewel het in beginsel mogelijk is om op korte termijn (2 weken) een ontvanger in de teleskoop beschikbaar te krijgen is veelvuldig wisselen van ontvanger ongewenst, omdat het een zware belasting zou vormen voor de mankracht in het laboratorium en schadelijk zou zijn voor de ontvangers. Het koelsysteem heeft steeds goed gewerkt.

De digitale correlator heeft geen bijzondere problemen gegeven. Hij werd voorzien van een extra keuze mogelijkheid van 40 MHz of 20 MHz bandbreedte.

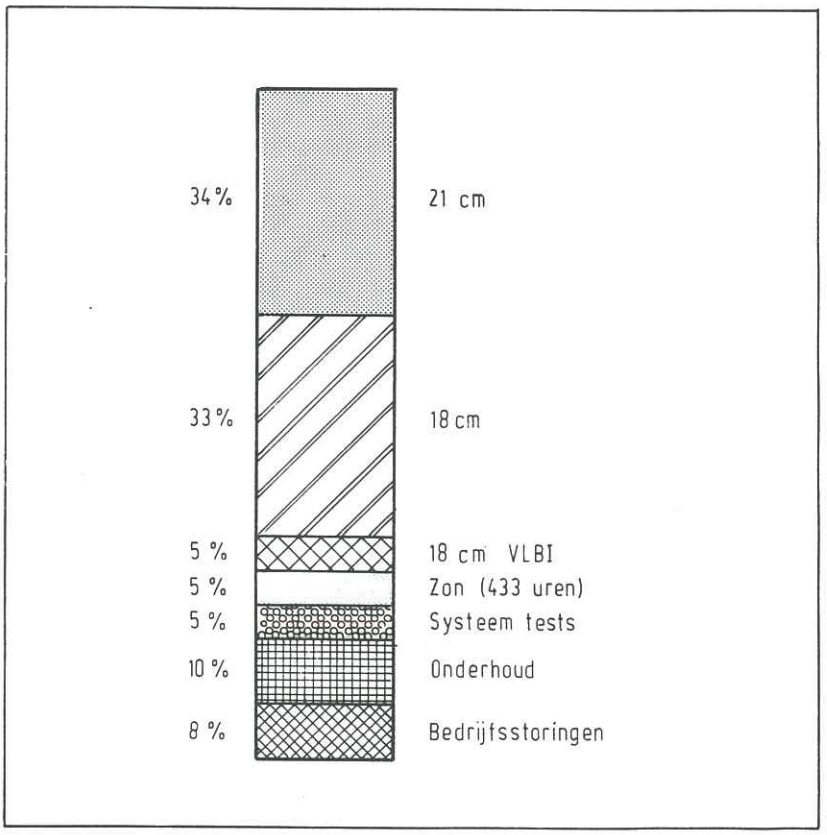
De zonnespectrograaf werd verstemd naar een band tussen 506 en 666 MHz, waarbij de kanalen weer op de breedte van 0.9 MHz zijn gebracht, terwijl de integratie-tijdconstante tot 6 ms is beperkt. Tevens werd de voortrap gewijzigd zodat deze ook in de Würzburg west is te gebruiken. De kanalen werden als volgt afgestemd: 1-5 = 666-555 MHz, 6-50 = 614-574 MHz en 51-60 = 533-509 MHz.

De operationele eisen voor een uitleessysteem met een tijd resolutie van 1 ms werden vastgesteld en aan het technisch ontwerp van dit systeem getoetst. Tevens werden enkele voorzieningen gedefiniëerd van de primair te registreren gegevens direct al te beperken tot nagenoeg het uiteindelijk gewenste deel.

2.2.5. Computer systemen.

Het stuurcomputer systeem, HP2116C, is ondanks zijn ouderdom, nog in gebruik voor teleskoop- en ontvangersturing zowel als digitale registratie van zonnewaarnemingen. De computer gaat vaker hinderlijke fouten vertonen, zonder dat dit nog tot belangrijk verlies aan waarneemtijd heeft geleid. De eisen voor beide toepassingen liggen nu zover uit elkaar dat voor registratie van zonnegegevens en sturing van teleskoop en ontvanger een afzonderlijke oplossing geboden was. De eisen voor de laatste taken hangen sterk samen met de wens meer interactief waarnemen mogelijk te maken en eventueel een digitale correlator met belangrijk meer dan 256 kanalen te kunnen gebruiken. Een en ander moet nog nader vastgesteld worden. Voor de registratie van zonnegegevens is een

oplossing gevonden gebaseerd op een instrumentatierecorder (zie laboratoriumverslag).



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

2.3. Computergroep.

2.3.1. Algemeen.

Voor de Computergroep is 1978 een duidelijk overgangsjaar geweest. Op alle drie de plaatsen waar de werkzaamheden van de groep plaatsvinden, t.w. Dwingeloo, Leiden en Westerbork, werd het werk gekenmerkt door aan de ene kant veel ontwikkelingswerk, aan de andere kant een voortdurend inspelen op in een overgangsperiode gebruikelijke situaties.

In Dwingeloo werd de meeste tijd besteed aan het ontwikkelen van het nieuwe off-line reduktiepakket voor de calibratie en eerste reduktie van de SRT gegevens. Tegen het eind van het verslagjaar kwam een eerste versie van dit pakket in zicht, nadat al gedurende het gehele jaar af en toe metingen vanuit Westerbork op proef in Dwingeloo werden gecalibreerd. In september kwam G. van Diepen als programmeur de gelederen versterken, terwijl in juli P. van der Velde in dienst kwam als eerste van de in Dwingeloo op te bouwen reduktiegroep.

In het najaar werd de PDP11/70 computer vanuit het waarneemgebouw in een nieuw, tijdelijk onderkomen ondergebracht. Een aanzienlijke verbetering.

In Leiden werd de reduktiegroep vrijwel het gehele jaar geconfronteerd met een overvloed aan gegevens. T.g.v. de nieuwe hardware, software en teleskopen in Westerbork waren de aangeboden metingen niet altijd zonder feilen, wat, naast de door de lijnontvanger al sterk gegroeide hoeveelheid gegevens, nog eens voor een extra zware belasting zorgde. Door de voorgenomen verhuizing van de werkzaamheden van de reduktiegroep van Leiden naar Dwingeloo was het ook niet mogelijk de sterkte van de groep op peil te houden. In mei verliet G. Doove en in maart Mej. M. Crama de reduktiegroep. Door de voorgenomen verhuizing konden deze posities slechts op tijdelijke basis worden vervuld. Daarnaast verleende de Leidse Sterrewacht de reduktiegroep hulp door het beschikbaar stellen van mankracht. In augustus verhuisde T.A.Th. Spoelstra naar Hoogeveen, om zich voor te bereiden op de overgang. Ook dit werkte een optimale gang van zaken bij de reduktiegroep niet in de hand.

Eind 1978 moest de reduktiegroep ook afscheid nemen van een niet in de normale analen opgenomen medewerkster. Mej. H.J. van de Lodijk heeft vele jaren een deel van het administratieve werk van de reduktiegroep verzorgd. Helaas moest ze in de loop van het jaar door ziekte haar werkzaamheden staken, terwijl haar ziekte haar noopte aan het eind van het jaar ons definitief te verlaten.

In Westerbork werd het eerste jaar meten met de digitale lijnontvanger (DLB) afgesloten. Het programmeerwerk stond hier duidelijk in het teken van het verder uitbouwen van de daarvoor benodigde real-time en off-line software. Deze ontwikkelingen betroffen niet alleen de te verwachten noodzakelijke uitbreidingen en

verbeteringen, maar ook speciale waarneemprogramma's. We noemen slechts de VLBI waarnemingen met de SRT als een enkel "tied"-array, speciale teleskoop-/ontvangerconfiguraties, en het waarnemen van de zon met een hoog (100 msec) tijdsoplossend vermogen.

In 1978 werd de HP2100 on-line computer vervangen door een HP21MX met uitgebreider schijf- en kerngeheugen. Deze vervanging maakte het ontwikkelen van nieuwe programmatuur, na de gebruikelijke omschakelings- en aanpassingsperiode, aanzienlijk sneller. De vervanging van de numerieke besturing en de daarmee verband houdende besturingstaak van de als slaaf aan de on-line computer gekoppelde Philips P9200 computer werd in 1978 volledig gedefinieerd, en de uitvoering ter hand genomen.

In de volgende hoofdstukken worden de diverse ontwikkelingen verder gedetailleerd.

2.3.2. Westerbork software systeem.

In het jaarverslag over 1977 is een uitgebreide beschrijving van de opzet van de SRT real-time en off-line inspectie software gegeven. De lezer wordt hiernaar verwezen om een overzicht in het gehele systeem te verkrijgen.

De belangrijkste ontwikkelingen in het verslagjaar aan de SRT software zijn:

a. Aanpassingen voor het doen van spectraallijnmetingen. Het oorspronkelijke programma was slechts geschikt voor het doen van continuummetingen met het DLB. Er kunnen nu lijnwaarnemingen worden gedaan variërend van 160 interferometers met 16 frequentiepunten, tot 10 interferometers met 256 spectrale punten. Er zijn ook eerste testmetingen met de 2-bit configuratie van het digitale back-end gedaan. De testresultaten toonden echter aan dat niet met eenvoudige correcties voor de variaties in het clipper-niveau kon worden volstaan.
b. Uitbreiding van de mogelijke interferometer combinaties van alleen bewegende/vaste teleskoop combinaties tot interferometers bestaande uit ieder willekeurig paar SRT teleskopen.
c. Bijna alle fase correcties welke tijdens het meten aan de waarneemgegevens kunnen worden aangebracht worden nu direct real-time en on-line toegepast. Het betreft hier correcties voor het verloop van de coördinaten en tijd tijdens een meting, delay stap fouten, refractie-, teleskoppositie-, teleskooppoolas-, fase-nul correcties e.d. Hierdoor is het mogelijk de systeembewaking in Westerbork effectiever te laten verlopen, omdat door het aanbrengen van deze correcties de fase van metingen van calibratorbronnen tot binnen ongeveer 5° van de nominale waarde kunnen worden gehouden.
d. Offset correcties voor het nul-niveau van de 1-bit clippersampler werden aangebracht.
e. Vele verbeteringen in de operatie van de real-time en de daarbij behorende off-line software werden aangebracht. Deze rela-

tief eenvoudige, maar in het algemeen tijdrovende wijzigingen zijn voor een goed waarneemsysteem van essentiëel belang. Eenvoudige bediening werkt niet alleen ten gunste van de operateurs, maar is daarnaast van wezenlijk belang om het aantal mislukkingen door bedieningsfouten tot het uiterste te beperken.

f. Het doen van VLBI metingen met de SRT teleskopen in een "eenvoudige" optelschakeling eiste aanpassingen in de real-time software; grotendeels omdat alle correcties in de fringe-stopping demodulator moeten worden aangebracht, omdat de waargenomen signalen voor het DLB worden onderbroken, opgeteld en apart geregistreerd.

g. Eind juni werd de HP2100 computer vervangen door een HP21MX. Hierdoor was het nodig de I/O structuur van de on-line programma's ingrijpend te wijzigen. Het nieuwe systeem is veel sneller, waardoor het nu mogelijk is om, met alle interferometers 10 sec integratietijd te verwezenlijken: voor speciale metingen op de 3 km basislijn een vereiste.
Door het uitgebreidere geheugen werd het bovendien mogelijk het aantal off-line gegevensinspectieprogramma's drastisch uit te breiden. De uitbreiding van het aantal schijfeenheden zorgde voor een minder kwetsbaar systeem doordat nu metingen ook mogelijk blijven indien een eenheid uitvalt, terwijl de aanwezigheid van magneetbandeenheden aan deze computer i.p.v. de zeer verouderde units aan de P9200, de operaties hebben verlicht.

Al met al is het HP21 programmapakket in het verslagjaar aanzienlijk uitgebreid. Het totale pakket, een weerslag van ongeveer 10 manjaren, omvat nu ongeveer 25.000 instructies, die een 0,25 Mbyte in beslag nemen, verdeeld over een 150 tal routines.

Het eind van de lijst van nog te verwezenlijken uitbreidingen en aanpassingen is echter niet in zicht. Gedurende de komende twee jaar zal er nog veel werk moeten worden verzet om tot een eerste afsluiting van het systeem te kunnen komen.

2.3.3. Dwingeloo software.

a. Diversen.

Het besturingssysteem van de Dwingeloo teleskoop onderging dit jaar enkele verbeteringen die nauw verband hielden met de gewijzigde azimuthaandrijving en coördinaten- en tijduitlezing.

De reduktieprogramma's voor het verwerken van de Dwingeloo gegevens werden verbeterd en aangepast aan hardware uitbreidingen. Voor de zonswaarnemingen betrof dit vooral het verhogen van de scansnelheid tot 200 Hz en het verstemmen van de spectrograaf naar een hogere frequentie.

De reduktieprogramma's voor de niet-solaire waarnemingen werden aangepast aan de verbreedde band van de digitale correlator,

en aan de mogelijkheid op twee frequenties tegelijk waar te nemen.

Het beheer van de PDP11/70 computer kostte daarnaast ook de nodige tijd. Gelukkig kon deze computer in het najaar naar een nieuwe, tijdelijke behuizing worden overgebracht, zodat aan de zeer gebrekkige opstelling in het waarnee..gebouw een einde kon komen.

Aan het eind van het jaar werd, speciaal ten behoeve van de astronomen in de Stichting, een dial-up aansluiting tussen de PDP11/70 en de rekencentra van de Groningse en Leidse Universiteit gerealiseerd.

b. SRT reduktie.

Het hoofdbestanddeel van het werk van de Dwingeloose tak van de Computergroep is echter het verder ontwerpen en schrijven van het nieuwe calibratie- en reduktiepakket voor de verwerking van de SRT gegevens geweest. Naar verwachting kan dit pakket tegen het eind van het eerste kwartaal van 1979 de taak van de Leidse computer gaan verlichten. In dit verband zal wat nader op de opzet van dit pakket worden ingegaan.

Metingen van de SRT worden op magneetband uitgevoerd, en, na een eerste on-line inspectie te Westerbork, in eerste instantie in Dwingeloo verder verwerkt.

De calibratiemetingen worden via het programma LOAD van de magneetband gelezen, eventueel aangevuld met (nog) niet op de Westerbork type aanwezige gegevens, en op schijf gezet. Het programma MAKECAL gebruikt deze calibratiemetingen om correctieparameters te bepalen. Deze correctieparameters worden in een correctiedataset geadministreerd.

Normale waarnemingen worden of via een gang door het programma LOAD op schijf gezet en door het programma LINEOBS verwerkt, of direkt vanaf magneetband door LINEOBS verwerkt. Met behulp van o.m. de door MAKECAL geproduceerde correctiedataset worden de waarnemingen in dit programma gecorrigeerd, en in een standaardformaat op magneetband weggeschreven en gearchiveerd. Copieën van deze banden zullen dan naar Leiden en Groningen worden verstuurd om daar verder te worden verwerkt.

Het programma LOAD kwam in 1978 volledig gereed. MAKECAL was al aan het begin van 1978 in gebruik, maar werd later aanzienlijk gewijzigd om in het gehele systeem ingepast te worden. LINEOBS bevindt zich in een eerste testfase.

2.3.4. Leidse en Groningse software.

De software inspanningen in Leiden zijn dit jaar beperkt tot het onderhoud van de bestaande calibratie- en correctieprogramma's, en een verdere versnelling van de Fourier transformatie programma's MAKEMAP en LINEMAP. De verdere aanpassing van de software heeft zich tot die gevallen beperkt die nodig waren om onvolkomenheden

of wijzigingen in de geproduceerde meetgegevens tapes op te vangen.

In Groningen werd een allereerste aanzet tot een CDC versie van het programma LINEMAP gegeven. Tengevolge van mankracht problemen bij de Stichting en het Kapteyn Laboratorium vordert dit projekt echter slechts zeer langzaam.

2.3.5. Leidse reduktiegroep.

In de inleiding werden de moeilijkheden waarmee de reduktiegroep te kampen had in dit jaar al aangestipt. Aan de ene kant eiste de overgang naar een nieuw software pakket, een nieuwe ontvanger (DLB) en nieuwe teleskopen in Westerbork een optimale inzet om alle gevolgen van deze veranderingen, met haar inherente fouten, op te vangen; aan de andere kant zorgde de aangemelde overgang van de reduktiegroep van Leiden naar Dwingeloo dat de juist dit jaar zonodige continuïteit in de personeelsbezetting niet kon worden verwezenlijkt. Dit leverde een reduktiegroep op die onder niet-optimale omstandigheden moest funktioneren. Toch werd dit jaar t.b.v. de Leidse sterrekundige vakgroep op het Centraal Reken Instituut van de Leidse Universiteit door de reduktiegroep een record aantal rekeneenheden (à *f* 1.000,=) verwerkt (zie Tabel 1).

De produktie verliep dit jaar nogal afhankelijk van de waarneemgolflengte. Aan het eind van het jaar waren de metingen van de beide 21 cm perioden (zie 2.1.) volledig gecalibreerd, en voor een groot deel ook gecorrigeerd. Wel waren er, mede ten gevolge van enkele nog onbegrepen problemen nog slechts zeer weinig kaarten geproduceerd.

De 6 cm periode die in juni eindigde verliep t.g.v. front-end instabiliteiten niet zo gunstig. Na verwerking bleken deze metingen niet te calibreren te zijn. Eind oktober werd voor deze metingen een voorstel voor een mogelijke reduktie opgesteld. Een volledige test van de voorgestelde procedure was echter voor het eind van het jaar niet mogelijk.

Reduktie van de najaarsperiode op 50 cm werd ook uitgesteld. Dit uitstel was echter te wijten aan een, voor sommige astronomen misschien gunstige, maar voor de bij de SRT betrokkenen heel duidelijk niet gunstige omstandigheid. In 1980 bereikt de zonneactiviteit haar maximum, na in de jaren ervoor al te zijn toegenomen. Deze toegenomen zonsactiviteit verstoort de aardse ionosfeer, waardoor de transmissie eigenschappen voor radiostraling drastisch veranderen, met ingrijpende gevolgen voor het fasegedrag van de SRT metingen op 50 cm, en naar verwachting, in 1979 ook op 21 cm. In overleg met de afdeling Ionosfeeronderzoek van het KNMI in De Bilt wordt naar een, al is het maar eerste orde, correctieprocedure voor dit verschijnsel gezocht.

2.3.6. Indeling werkzaamheden.

In het verslagjaar is de mankracht van de computergroep globaal als volgt ingezet bij de verschillende projekten:

On-line/off-line software SRT Westerbork	18%
Off-line SRT software te Dwingeloo	24%
Reduktie metingen	28%
Beheer computers	5%
Diversen	10%
Besprekingen, organisatie	15%

Overzicht van het gebruik van de vakgroep sterrekunde te Leiden t.b.v. radioastronomische metingen op de IBM370/158 computers van het CRI der R.U. te Leiden.

	Kosten		Kosten
1974	1.348 kfl	1978-I	350 kfl
1975	1.640	1978-II	553
1976	1.650	1978-III	744
1977	1.969	1978-IV	529
1978	2.176		

2.4. Laboratorium en Centrale Technische Dienst.

2.4.1. Inleiding.

Het afgelopen jaar werd gekenmerkt door de voltooiing van twee grote projekten.

De digitale lijnontvanger (DLB = digital line backend) kon door de Teleskoopgroep Westerbork volledig in gebruik genomen worden, waarmee een jarenlang projekt tot een bevredigend eind is gekomen. De laatste "hardware" inspanningen bestonden uit het perfectioneren van de twee-bit correlator mode en het leggen van de laatste hand aan verschillende besturingseenheden.

Het andere grote projekt betreft de ombouw van de 6/50 cm frontend ontvangers tot een nieuw type, dat - vooral voor de waarnemingen op 6 cm- sterk gewenste verbeteringen bevat. De systeemtemperatuur van de nieuwe 6 cm ontvangers is 120 K, een factor twee beter dan die van de oude. De bandbreedte is aanzienlijk uitgebreid, nl. tot 250 MHz (4770-5020 MHz).

De waarneemtechniek voor VLBI verovert een steeds grotere plaats. Het belangrijkste evenement van het afgelopen jaar was het koppelen van alle antennes te Westerbork tot een zogenaamde "tied array". Hiermee wordt effectief een spiegel met een doorsnede van 93 m gevormd. Ook aan de toekomstige ontwikkelingen in de VLBI-techniek werd de nodige aandacht besteed.

Op de teleskoop te Dwingeloo is al een aantal jaren ervaring opgedaan met gekoelde, op parametrische versterkers gebaseerde, ontvangers. Meestal wordt hiermee een ontvangertemperatuur van 20 K à 30 K bereikt. In juni werden in Westerbork de eerste proefwaarnemingen gedaan met een gekoelde ontvanger. Een eerste waarneemperiode met gekoelde ontvangers (6 cm) op alle verrijdbare teleskopen zal spoedig volgen.

Er zijn ook eerste stappen genomen tot het maken van frontendontvangers met nog lagere ruis. De bouw van een koelmachine met gesloten cyclus is al begonnen. Deze vormt de basis voor maser ontvangers, wellicht een nieuwe generatie frontend-ontvanger systemen voor de teleskoop te Westerbork.

Aan het eind van het DLB projekt is Ir. A. Bos naar Australië vertrokken voor een uitwisseling gedurende één jaar met A.J. Hunt van C.S.I.R.O. In die tijd zal Bos waardevolle ervaring opdoen met de akoestisch-optische spectrograaf en met de ontwikkeling van hardware voor digitale gegevensverwerking. Inmiddels is, in samenwerking met Hunt, de bouw van een nieuw systeem voor numerieke besturing van de teleskopen te Westerbork ver gevorderd.

Met het leggen van alle kabels is de voorbereiding van de verplaatsing van teleskopen C en D naar station oost een grote stap vooruitgegaan. Eerste testen met de ondergrondse kabels wijzen uit dat de asymmetrie geen al te grote problemen voor het LO systeem zal opleveren.

Op het gebied van gegevensverwerking kan worden vermeld dat

de eerste kaarten gemaakt zijn met behulp van een systeem, dat gebaseerd is op een scan converter buis met televisie display. Met dit apparaat wordt een tweedimensionale kaart gemaakt door optelling van een reeks ééndimensionale uurhoekscans. Alhoewel de absolute nauwkeurigheid van zo'n analoog systeem nogal beperkt is, geeft de snelheid een belangrijk voordeel, vooral voor interactief werk of bij toepassingen waarbij een snelle algemene indruk van belang is. Tijdens een bezoek van Dr. R.H.T. Bates, Dr. T.W. Cole en Dr. R.H. Frater werd zowel de aandacht gevestigd op hardware methodes voor analoge en digitale gegevensverwerking, als op nieuwe technieken voor het vervaardigen van een kaart uit niet volledige of zelfs foutieve gegevens. Tot dit soort technieken behoort ook het adaptief filteren van waarnemingen ("kneden"), hetwel is besproken in vorige jaarverslagen.

Het werk met de zonneontvangers ligt onder druk van een knellend tijdschema dat wordt bepaald door het naderend maximum in de 11-jarige cyclus van de zonactiviteit. De modificaties van de spectrograaf, die de frequentiebereiken, de snelheid van uitlezen en efficiënt gebruik - omschakelen van de 25 m naar een 7,5 m teleskoop - betreffen, zijn al een behoorlijk eind gevorderd.

2.4.2. Frontend ontvangers.

Bij de waarnemingen bleek de gemoderniseerde frontend serie grote fasefouten te veroorzaken. Afwijkingen van de orde van 5 mm werden gesignaleerd. De oorzaak bleek in de 21x vermenigvuldigers van de firma Bradley te liggen. Deze componenten voldeden, vooral wat de temperatuurcoëfficiënt van de fase betreft, al met moeite aan de strenge eisen, die voor gebruik in het SRT systeem moesten worden gesteld. De slechte temperatuurcoëfficiënt speelde parten, daar de verdeling van de temperatuur in de multiplierdozen afhankelijk bleek van de stand der teleskopen. Eenmaal onderkend kon het probleem goed worden verholpen.

De verbeterde 6 cm frontend ontvangers hebben een gemiddelde systeemtemperatuur van 120 K. Een afstembereik van 4770 MHz tot 5020 MHz en een ontvanger bandbreedte van 100 MHz vormen ook een belangrijke verbetering.

Ook werd de gelegenheid aangegrepen om het 50 cm gedeelte van deze ontvangers te modificeren. Met verbeterde filters konden de storingen van televisiezenders verder worden onderdrukt. De systeemtemperatuur bedraagt nu 325 K.

De hogere verzadigingsniveaus in de 6/50 cm frontends betekenen een belangrijk winstpunt voor zonwaarnemingen.

De produktie van de gekoelde frontend ontvangers voor meerdere frequenties (21 cm, 6 cm), bestemd voor de vier verrijdbare teleskopen is nu bijna rond wat het 6 cm gedeelte betreft. Uitbreiden met een 21 cm gedeelte betekent het inbouwen van up converters van 21 cm naar 6 cm. Dit zal gebeuren nadat in Westerbork enige ervaring zal zijn opgedaan met het 6 cm gedeelte.

De moeilijkheden die voortvloeien uit het werken met ontvangers, die tot een temperatuur van ca. 20 K afgekoeld moeten worden, traden ook dit jaar weer duidelijk aan de dag. Zo deden zich problemen voor met mechanische schakelaars. De ernstigste problemen manifesteerden zich echter in een serie van tien gekoelde combinaties van parametrische- en FET versterkers, geleverd door de firma AIL. Na gemiddeld twintig cyclussen van opwarmen en afkoelen vertoonden de FET versterkers mechanische fouten in de substraat. AIL heeft ons verzekerd, dat het probleem inmiddels opgelost is. Nieuwe series FET-versterkers vertonen het euvel niet meer en het zal mogelijk zijn de bestaande serie te laten voorzien van verbeterd substraat-materiaal.

De ervaring met de upconverters van AIL is tot nu toe gemengd geweest. Een ontvanger met 18 cm upconverter is een jaar geleden op de teleskoop te Dwingeloo in bedrijf gesteld en heeft daar bevredigend gewerkt.

De 21 cm upconverters blijven echter moeilijk af te regelen, terwijl de ontvanger temperatuur veel te hoog ligt (ca. 30 K in plaats van ca. 17 K). De oorzaak van dit gedrag blijft onduidelijk.

In de loop van het komende jaar zal de 18 cm-ontvanger worden uitgebreid tot een systeem met dubbele polarisatie. Dit ligt ook in de bedoeling voor de 21 cm ontvanger, die ook wat de grotere bandbreedte betreft en anderszins geheel in overeenstemming met de 18 cm ontvanger zal worden gebracht. De mogelijkheid van een gecombineerd frontend voor 18 cm en 21 cm werd ook bekeken. Dit zou een ideale oplossing zijn voor de beperkingen in het waarneemschema voor Dwingeloo. Tot nu toe is geen geschikte oplossing gevonden voor een circulaire golfpijp launcher, die de nodige bandbreedte heeft. Verschillende mogelijkheden moeten nog onderzocht worden.

Het ziet er nu naar uit dat een significante verbetering in de systeemtemperatuur alleen kan worden bereikt met maserversterkers. Daarbij zal - vooral voor 6 cm golflengte - een modificatie van de teleskopen noodzakelijk zijn t.a.v. belichting en gaasverlies.

Een maserversterker moet worden ondergebracht in een omgeving met een temperatuur van 4 à 5 K. Er is een begin gemaakt met de bouw van een koelmachine die een temperatuur van 4,6 K kan verschaffen door middel van een volledig gesloten compressie-expansie cyclus. Deze drietraps koelmachine zal gemaakt worden op basis van een CTI1020, tweetraps 20 K koelmachine. De derde trap bestaat uit een zgn. Joule-Thomson ventiel. Er is een bezoek gebracht aan de NRAO te Charlottesville in de Verenigde Staten om dergelijke systemen te bekijken. Op grond van de aldaar verkregen informatie is de bouw van zo'n koelmachine begonnen.

Het is de bedoeling een frontend met maserontvanger te bouwen, waarin de door T.H. Twente ontwikkelde 6 cm maser zal worden toegepast. Aan de hand van de ervaring met deze betrekkelijk smalbandige maser zal later de richting van verdere ontwikkeling worden gekozen.

2.4.3. Uitbreiding tot 3 km basislijn (SRT 40,3).

Het nieuwe oostelijk station voor de verrijdbare teleskopen C en D is nu voorzien van de ondergrondse signaalkabels, LO-kabels en signaleringskabels. De extra kabellengte naar het nieuwe station betekent asymmetrie voor de teleskopen C en D in vergelijking met de twaalf andere teleskopen. In verband hiermee is een onderzoek ingesteld naar het fasegedrag van de nieuwe kabels. Geconstateerd werd dat, in een periode van 12 uur, de kabels op de teleskopen zelf de beperkende factor blijven.

Wegens de verminderde noodzaak van een actief systeem voor LO fase stabilisatie tussen station A, B en het nieuwe station C, D, werd het verstandig geacht om meer tijd te steken in het ontwikkelen van een volledig systeem. Dit zal in elk geval het fasegedrag van de kabels in de "jumpers" op de teleskopen meten. Het ziet er naar uit dat een systeem, waarin de fase wordt gemeten een aantal voordelen heeft boven een systeem met fasestabilisatie.

Voor de array van 3 km zal het delay-systeem meer dan verdubbeld moeten worden. Er wordt een nieuw digitaal systeem gebouwd, dat een totale lengte van 25,6 sec (7,7 km) kan halen, met stappen van 3,125 nsec (0,93 m), voor de 10 MHz brede ingangskanalen van het DLB. Dit systeem is, meer uitvoerig, beschreven in het vorig jaarverslag. Naar verwachting zal het in de eerste helft van 1979 operationeel zijn.

Verder werd ook aandacht besteed aan de signaalverbindingen met het nieuwe station oost. Om het meerdere verlies op te kunnen vangen is er een extra equilizer versterker nodig voor het middenfrequent signaal van C en D.

Naast de basislijnuitbreiding in Westerbork wordt er ook gewerkt aan een nieuwe teleskoopbesturing. Deze nieuwe numerieke besturing zal bestaan uit een aparte computer (PDP LSI-11 minicomputer), die de coördinatie etc. ontvangt van de hoofdcomputer voor de waarnemingen. De teleskopen zelf worden bestuurd door eigen microcomputer controllers, die in tijdsintervallen van 10 seconden zorgen voor de nodige volgsnelheid en nauwkeurigheid. Het ontwerp van deze numerieke besturing ligt nu vast en de software is gespecificeerd. De bouw van de hardware onderdelen is in volle gang.

2.4.4. Digital Continuum Backend (DCB).

Het DCB zal kunnen meten in acht onafhankelijke banden. Elke band heeft een instelbare centrumfrequentie en er kan gekozen worden tussen bandbreedte van 5 MHz en 10 MHz. Verwacht wordt, alhoewel dit afhangt van eventuele storingen, dat bij 6 cm een totale band van 80 MHz haalbaar zal zijn, terwijl bij waarnemingen op 21 cm een band van 40 MHz mogelijk zal zijn.

De keuze van de centrale frequentie wordt gedaan in een dubbe-

le zijband mengtrap, die een lineaire vermenigvuldiger op hoog vermogensniveau moet zijn. Omdat de LO frequentie van deze mengtrap het centrum van de gevouwen waarneemband bepaalt, moet deze over een groot gebied kunnen worden afgestemd.

Het vergroten van de bandbreedte van de equalizers is nu klaar, maar er moeten nog spiegelfilters worden aangebracht. Met dit breedbandig middenfrequent systeem is inmiddels al waargenomen.

De fringe-demodulatie zal plaatsvinden met behulp van het fringe-demodulatie systeem van het DLB. De bouw van een unit, die zowel de fase gedraaide LO signalen ten behoeve van de fringe-demodulatie, als de digitale omschakelaar van DLB naar DCB verzorgt, bevindt zich in een vergevorderd stadium.

Wat het analoge gedeelte van het DCB betreft vindt nu de belangrijke ontwikkeling plaats van het bandkeuze-systeem. Voor de meeste knelpunten op dit gebied zijn bevredigende oplossingen gevonden.

Aan de digitale kant is, in eerste instantie, ontwerp en bouw van een digitaal delay systeem voor het DLB flink gevorderd, o.a. de kaarten voor grof delay en fijn delay. Een ca. 8 keer zo grote copie zal als delay systeem in het DCB fungeren.

Aan het eind van het jaar is alle aandacht gericht op het microprocessor besturingssysteem. Hiertoe is een universele microprocessorkaart ontworpen, die ook voor andere doeleinden gebruikt kan - en zal - worden.

2.4.5. Very Long Baseline Interferometry (VLBI).

Ten behoeve van VLBI waarnemingen werden de veertien 25 m spiegels te Westerbork zodanig samengekoppeld, dat ontvangst mogelijk was met een effectieve oppervlakte, die overeenkomt met een spiegel van 93 m doorsnede. Het was voor het eerst dat de SRT in deze mode werd gebruikt. Deze zgn. "tied array" vormt samen met de 100 m teleskoop te Effelsberg één van de gevoeligste interferometers ter wereld. De eerste waarnemingen bewezen meteen hoe belangrijk zo'n winst in gevoeligheid kan zijn.

De optelling van de signalen van alle spiegels vindt plaats in een analoge opteldoos, die vlak voor de analoog-digitaal omzetters van het DLB zit. De bandbreedte is daardoor beperkt tot 10 MHz (de huidige MK II C terminal heeft een bandbreedte van 2 MHz) en bovendien moet het - analoge - kabel delay systeem gebruikt worden. Uitbreiding tot een basislijn van 3 km of tot grotere bandbreedten zal een wat andere aanpak vereisen.

Voor het eerst werd met onze eigen registerende terminal (MK II C, met een rubidium atoomklok) waargenomen. Helaas moest de Rb standaard voor reparatie terug naar Hewlett Packard en kon deze daardoor dit jaar geen grote rol spelen bij het waarnemen.

Veel aandacht werd ook besteed aan toekomstige ontwikkelingen

in de VLBI techniek. Het gebrek aan fasecoherentie tijdens waarnemingen van enkele uren en de bandbreedte van het opgenomen signaal vormen een grote beperking. De zgn. "phase closure method" lost deze problemen maar gedeeltelijk op. De gevoeligheid blijft matig. De interpretatie van de gegevens, hoewel vereenvoudigd, blijft een tijdrovende zaak.

Medewerkers van de Stichting werden betrokken bij een studie van de European Space Agency over deze materie. In deze studie werden de mogelijkheden van rechtstreekse satellietverbindingen tussen de verschillende Europese stations bij VLBI waarnemingen bekeken. Er werd een voorstel gedaan betreffende een methode voor synchronisatie van klokken. Een dergelijk systeem moet het tijdverschil meten tussen twee klokken, die zich op grote afstand van elkaar bevinden, met een stabiliteit van 10 psec (3 mm). Een verdere nauwkeurigheid zal worden beperkt door de geschatte onzekerheden in de atmosferische weglengte. Verder wijst de studie het nut uit van transmissie van de signalen via een satelliet; dit maakt rechtstreekse correlatie mogelijk.

Er is al een begin gemaakt met een eerste experimentele versie van een systeem voor kloksynchronisatie via een satelliet, waarvoor gebruik gemaakt zal worden van een bestaand grondstation van de ESTEC. Dit enkel stations experiment zal rechtstreekse informatie leveren over de invloed van verschillende systeembeperkingen, die van te voren niet goed geschat kunnen worden, zoals b.v. ionosferische dispersie en kleine bewegingen van de satelliet. Dit experiment zal begin 1980 plaatsvinden.

Ook wordt er gekeken naar andere mogelijkheden voor breedbandige VLBI. Het MK III VLBI systeem, ontwikkeld in Amerika, zal 28 kanalen van 2 MHz opnemen. In dit systeem biedt de vervanging van de dure instrumentatiebandrecorder door een aantal goedkope video cassetterecorders een aantrekkelijk alternatief.

2.4.6. Analoge gegevensverwerking.

De al jaren voorziene spanning tussen de omvang van de gegevensstroom uit de nieuwe digitale lijnontvanger in Westerbork en de ter verwerking beschikbare rekencapaciteit aan de Universiteiten werd dit jaar steeds duidelijker voelbaar. Het belang van de twee jaar geleden aangevatte ontwikkeling van analoge methoden voor de gegevensverwerking wordt daardoor nadrukkelijk onderstreept.

Zoals in het jaarverslag van 1976 werd uiteengezet, ligt het grote voordeel van analoge machines in hun vermogen, grote hoeveelheden gegevens parallel te verwerken en daardoor een veel hogere verwerkingssnelheid te bereiken. Dit voordeel wordt deels teniet gedaan doordat de gegevens i.h.a. "seriëel" worden opgeslagen (b.v. in de vorm van een lange reeks getallen op een magneetband); de snelheidswinst bij analoge gegevensverwerking blijft daardoor beperkt.

Een andere belangrijke beperking is die in nauwkeurigheid:

Een precisie beter dan één of zelfs meerdere procenten is i.h.a. niet te verwachten. In ons geval kan de uitkomst bruikbaar zijn om een algemene indruk te krijgen van wat er in een waargenomen veld te zien is; voor de uiteindelijke verwerking blijft men op de computer aangewezen. Juist die algemene indruk evenwel is van groot belang om de door de digitale computer te verrichten bewerkingen correct te kunnen specificeren. Het voorziene nut van een analoge machine voor de productie van SRT-kaarten ligt dan ook vooral in een vermindering van het aantal "missers" en herhalingen bij de digitale gegevensverwerking.

Een nauwkeurige beschrijving van de werkwijze van ons apparaat zou op deze plaats veel te ver voeren. Wij volstaan met een korte schets:

Het toestel verricht zijn taak in nauwe samenwerking met een computer (de PDP11/70 in Dwingeloo) waaraan het gekoppeld is. De gegevens worden ingevoerd via de computer, daar aan een serie digitale voorbewerkingen onderworpen en vervolgens aan het analoge apparaat toegevoerd om tot een afbeelding van het waargenomen hemelveld gecombineerd te worden. Dit combineren gebeurt door op een geheugen scherm (vergelijkbaar met het beeldscherm van een TV- of oscilloscoopbuis) een groot aantal "deel-afbeeldingen" over elkaar heen te schrijven. De som van al deze delen, die door de buis in de vorm van een ladingsverdeling wordt vastgehouden, levert het gezochte resultaat. Het ladingsbeeld in de geheugenbuis is niet direkt zichtbaar, maar kan worden uitgelezen en op een TV-monitor geprojekteerd. Voor een kwantitatieve analyse (voorzover deze met de reeds genoemde onnauwkeurigheden zin heeft) kan ook de computer het beeld (in opnieuw gedigitaliseerde vorm) uitlezen en verder bewerken.

Als schakel tussen de computer en de geheugenbuis dient een "interface" die in eigen beheer moest worden ontwikkeld. Deze bestuurt de geheugenbuis op aanwijzingen van de computer en bevat verder een raster-generator die de "zaagtandspanningen" produceert, nodig voor het beschrijven en uitlezen van het scherm.

Na de bouw in het voorgaande jaar leverde het uittesten van deze interface aanzienlijke vertraging op. Pas na lang zoeken werd een ongewoon soort overspraak in een verbindingskabel als oorzaak van veel ellende geïdentificeerd. De digitaal-analoog converters, - die de digitale computergetallen in analoge afbuigspanningen voor de geheugenbuis moeten vertalen -, bleken onvolkomenheden te bezitten die tot hinderlijke strepen in het beeld leidden. Het minimaliseren daarvan vroeg ook veel aandacht. Ondertussen werd programmatuur voor het lezen van magneetbanden, op de juiste manier sorteren en transformeren van de gegevens en het besturen van de interface ontwikkeld en getest.

De afbeeldingen die tegen het eind van het jaar konden worden verkregen vertonen nog duidelijke onvolkomenheden, maar lijken niettemin een belofte voor vruchtbaar astronomisch gebruik in te houden. Vóórdat dit (op experimentele basis) gerealiseerd kan worden zullen nog een aantal programma's voor gegevensmanipulatie,

- zoals het zoeken en aftrekken van bronnen -, moeten worden gemaakt. We hopen dat dit in het voorjaar van 1979 zijn beslag kan krijgen.

Ondanks het redelijke sukses van ons prototype is voor de toekomst geen verdere ontwikkeling van deze techniek te verwachten. De nadelen van digitale beeld-integratoren van grotere omvang, - te weten hun afmetingen en prijs -, worden door de snelle ontwikkeling van veelzijdige "chips" snel ongedaan gemaakt. De geheugenbuis wordt dan ook snel uit zijn toch al beperkte toepassingsgebied verdrongen. Door Frater (Australië) is een volledig digitaal analogon van ons apparaat ontwikkeld, dat ongetwijfeld ook voor toekomstige ontwikkelingen hier model zal staan.

2.4.7. Het kneden van waarnemingen.

Zoals in het voorgaand verslag vermeld, maakte de overgang van de PDP11/20 naar de PDP 11/70 een revisie van het programmapakket nodig. Om een compacter, overzichtelijker en gemakkelijker verder te ontwikkelen systeem te krijgen, bleek het nodig de meeste programma's geheel te herschrijven. Door gebrek aan mankracht werd dit werk slechts voor de helft voltooid. Verschillende aanvragen van astronomen om de methode op hun kaarten toe te passen konden niet worden gehonoreerd.

2.4.8. Atmosfeeronderzoek.

In het kader van de TAP-regeling was Drs. N.A. van der Wal, een afgestudeerd astronoom uit Groningen, tot 1 september van het verslagjaar bij ons in dienst. Hij voltooide de ombouw voor de nieuwe computerconfiguratie van een aantal programma's voor analyse van atmsofeerverschijnselen in SRT-waarnemingen.

Daarna ondernam hij een verkenning aan de hand van een serie waarnemingen uit tot dusverre nog niet geanalyseerde periodes nà 1973. Hij concludeerde dat de eerder gevonden discrepantie tussen waarnemingen op 21 cm in 1971 en op 6 en 50 cm in 1972/73 in het latere materiaal niet aanwezig was.

50 cm waarnemingen deze zomer lieten zien dat door de volgens de 11-jarige cyclus nu oplopende zonsactiviteit de ionosfeer aanzienlijk meer fluctuaties vertoont dan in voorgaande jaren vanaf 1973. Het lijkt nu aannemelijk dat ook de 21 cm waarnemingen van 1971 hierdoor ongunstig beïnvloed zijn. Een lang bestaand raadsel uit het vroegere onderzoek zou daarmee opgelost zijn.

2.4.9. Ontvangers voor het waarnemen van de zon.

De komst van het maximum in de cyclus van de solaire activiteit is een aansporende factor in het werk aan de zonontvangers.

De aandacht werd vooral gericht op verhoging van de flexibiliteit, gebruikselfficiëntie en tijdresolutie van de spectrograaf.

De waarneemband van de spectrograaf lag vroeger tussen 160 MHz en 320 MHz. Als eerste fase van een uitbreiding tot drie hogere frequentiebanden werd de voormalige band vervangen door de band 560-720 MHz. In het komende jaar zullen de twee andere banden: 400-560 MHz en 720-820 MHz erbij komen.

Om de waarneemtijd minder afhankelijk te maken van andere programma's voor de 25 m teleskoop en zodoende de spectrograaf efficiënter te kunnen gebruiken werden ook voorbereidingen getroffen voor het verplaatsen van het frontend van spectrograaf naar de 7,5 m Würzburg antenne. Er hebben al proefmetingen met deze kleinere spiegel plaatsgevonden.

Daar het voor deze spiegel toegestane gewicht van het frontend kleiner is dan dat voor de 25 m spiegel is het meeste werk besteed aan een nieuwe uitvoering van het frontend.

In verband met het verhogen van de uitleesfrequentie van de spectrograaf van 200 Hz tot 2000 Hz zal ook de manier waarop de gegevens van de spectrograaf worden vastgelegd grondig moeten worden gewijzigd. Besloten werd de gegevens te registreren met een registratie bandrecorder van Honeywell en wel op zodanige wijze dat de opname wordt gestart of gestopt bij het optreden resp. verdwijnen van zonsaktiviteit. Bij de hoge gegevensdichtheid - 2,5 M band - kan op die manier 125 minuten zonsaktiviteit op de band worden vastgelegd.

Omdat de gegevensstroom te hoog is voor de computerverwerking, d.w.z. reduktie op de PDP11/70 of op de computer van de universiteit Utrecht, zal het overbrengen van de gegevens op computer compatible magneetbanden moeten plaatsvinden met verlaagde weergave snelheid of zal met selectie van de gegevens worden gewerkt.

De modificatie van de spectrograaf voor opname met de instrumentatierecorder alsmede de gegevens "formatter" zijn voor een belangrijk deel gereed.

De SRT zonwaarnemingen worden in Utrecht voorbereid.

Er werd een eerste blik geworpen op de mogelijkheid van een spectrograaf voor de cm golflengtegebieden. Een frequentiebereik van 4-8 GHz, met ca. 50 kanalen is gewenst. Bekeken wordt of dit met een eenvoudige filterontvanger gerealiseerd kan worden.

2.4.10. Diverse ontwikkelingen.

Er wordt in laboratorium aan diverse kleinere projekten gewerkt met het oog op toekomstige toepassingen.

Zo werd het onderzoek betreffende het probleem van de korte basislijn voortgezet. Als één van de mogelijkheden om de ontbrekende 18 m basislijn in Westerbork te meten, werd een proef gedaan met waarnemingen met de Penticton interferometer in Canada. Er wordt in eerste instantie gewerkt naar een vergelijking van 36 m basislijnen gemeten met Westerbork en berekend uit de Penticton

Fig. 2.4.1.

Het gebruikersgedeelte van de experimentele opstelling voor hybride analoog/digitale constructie van hemelkaarten uit SRT-waarnemingen.

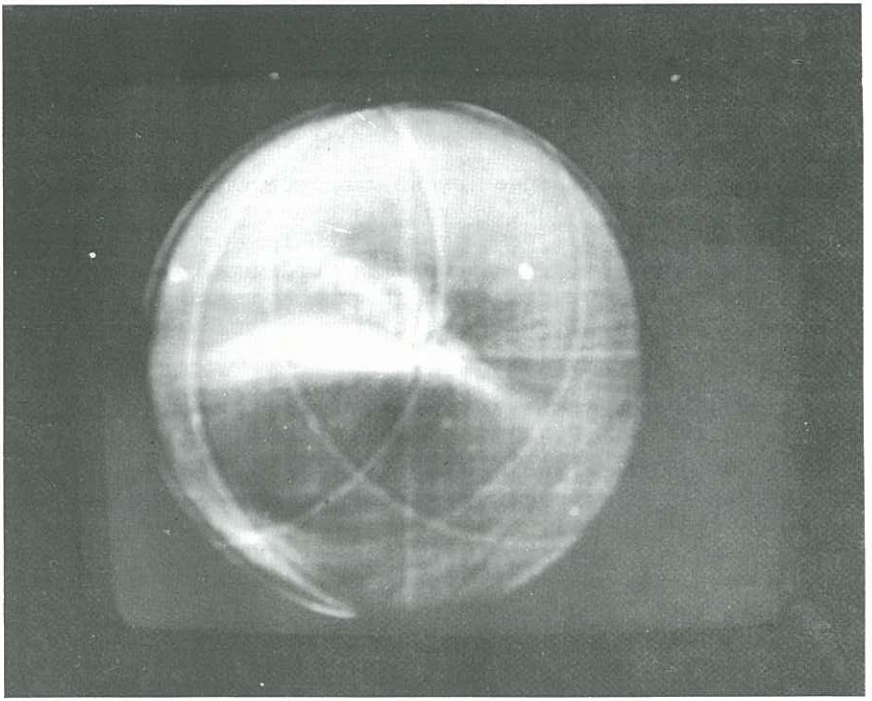
De ladingsverdeling op het scherm van de geheugenbuis, corresponderend met de aangenomen hemel-helderheid wordt zichtbaar gemaakt m.b.v. een TV monitor (boven). Door manipuleren van lichtsterkte en contrast in de weergave kunnen details op verschillende helderheidsniveaux goed zichtbaar worden gemaakt. Het verloop in de achtergrond-helderheid (onderaan donker, bovenaan lichter) is te wijten aan inhomogeniteit van het geheugenscherm. In hoeverre deze storing onderdrukt kan worden, is nog de vraag.

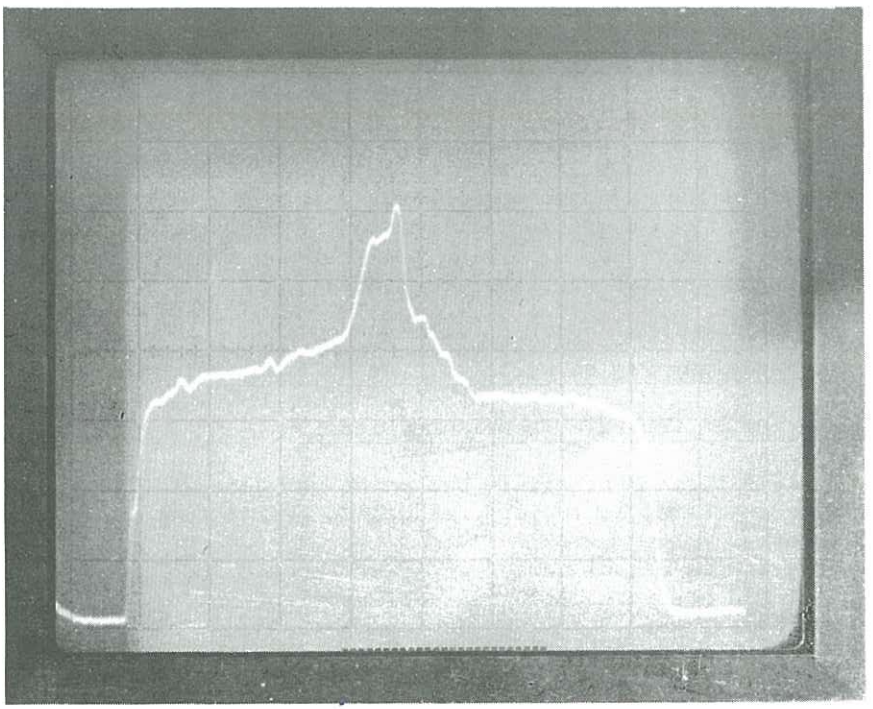
Het profiel op de oscillograaf beneden stelt de helderheid voor langs een horizontale lijn, waarvan de positie willekeurig instelbaar is. Hoewel oorspronkelijk bedoeld voor testdoeleinden, lijkt deze weergavemogelijkheid ook voor astronomische toepassingen van nut te kunnen zijn.

The experimental hybrid analogue/digital data processor, for fast production of maps from SRT observations, as the user sees it.

The charge distribution on the screen of the storage tube corresponds to the observed sky brightness and is displayed on a television monitor (top). Manipulation of the brightness and intensity controls allows details at various intensity levels to be readily discerned. The gradation in background brightness (increasing from bottom to top) is caused by a nonuniformity in the storage tube characteristics. It remains to be seen how effectively this can be compensated.

The profile on the oscilloscope on the bottom is at the brightness on a horizontal line through the map. The position of this line is adjustable. Although originally conceived for test purposes, it is also of considerable value in astronomical uses.





gegevens. De eerste resultaten zijn hoopvol.

Door middel van een snellere analoog-digitaal omzetter met de nodige schakelingen en een nieuwe midden-frequent unit kon de bandbreedte van de 256 kanaals lijnontvanger worden vergroot. De correlator biedt nog meer mogelijkheden voor maximale bandbreedten van 20 MHz en 40 MHz.

De met de hand verzorgde layout van gedrukte bedradingen betekent een tijdrovende zaak, vooral bij grote kaarten. Een eerste poging werd gedaan om dit probleem met behulp van de computer op te lossen. Een eerste computerprogramma werd geschreven voor de layout van gedrukte bedrading. Dit programma zal in de loop van de tijd verbeterd worden, maar heeft zijn nut al bewezen.

2.4.11. Diversen C.T.D.

Zoals gebruikelijk werd aan de afdeling Bureau assistentie verleend door het verzorgen van diverse technische aspekten van het gebouwbeheer.

In dit kader verdienen afzonderlijke vermelding:
Ten eerste het uitzoeken, opzetten en installeren van een brandmeldinstallatie te Dwingeloo.
Ten tweede het technisch installeren van de nieuwe computerbehuizing (noodgebouw). Hiervoor werd tevens een niet kostbaar, maar wel doeltreffend servo-geregeld ventilatiesysteem ontworpen, waarmee de temperatuur acceptabel kan worden geregeld.

In verband met prioriteiten ondervond het werk aan de gemoderniseerde besturing voor de 25 m teleskoop te Dwingeloo enige vertraging. Het ontwerp kon worden voltooid; motoren, stuurschakelingen en besturingslogica hebben in proefopstelling tot tevredenheid gedraaid.

Door de Instrumentatiegroep konden, naast het normale onderhoudswerk aan instrumenten en computers, enkele zeer omvangrijke reparaties aan erg complexe instrumenten in eigen beheer worden uitgevoerd. Behalve een besparing aan kosten betekent dit ook een besparing aan verlies van laboratoriumtijd.

2.4.12. Verdeling van de werktijd over de projekten.

Laboratorium en Centrale Technische Dienst.

In 1978 bestond de totale bemanning van deze afdelingen uit ca. 53 medewerkers, inclusief gemiddeld 6 praktikanten en 1 TAP-medewerker.

Afwezigheid wegens verlof en ziekte kostte 12,6% van de bruto werktijd. Aan stafvergaderingen, conferenties, colloquia, literatuurstudie e.d. werd 5,6 % van de tijd besteed. De algemene leiding van de afdeling: werkbesprekingen, personeelszaken, organisatie, administratie, e.d. nam 4,6 % in beslag.

De netto, rechtstreeks aan de projekten en vaste diensten te besteden werktijd, bedroeg ca. 10300 mandagen en werd procentueel als volgt verdeeld:

1. Bouw en onderhoud elektronische waarneemapparatuur		41,5 %
a. Zonontvangers	9,6	
b. DCB (digital continuum backend)	8,4	
c. Gekoelde frontends 6 cm & 21 cm	7,6	
d. Ombouw frontends 6 cm & 50 cm	6,7	
f. Ontvangers Dwingeloo (niet zon)	4,5	
g. VLBI ontvangers	3,5	
h. DLB (digital line backend)	1,2	
2. Ontwikkeling nieuwe systemen en ontvangers		11,9 %
a. Analoge gegevensverwerking	4,3	
b. Diverse projekten (nieuwe F.E., mm-ontvanger, fasecalibratie, atmosfeer onderzoek, adaptief filteren, short baseline, backend Dwingeloo, etc.)	7,6	
3. Voorzieningen teleskopen		27,8 %
a. Bekabeling etc. SRT (40,3)	11,3	
b. Numerieke besturing SRT	5,0	
c. Diverse voorzieningen en assistentie SRT	4,0	
d. Onderhoud en modificaties teleskopen Dwingeloo	7,5	
4. Vaste CTD diensten		18,8 %

Instrumentatie; magazijn; documentatie; technisch tekenen; fotografie; offsetdruk; printerij; praktikantenzorg; rondleidingen en voorlichting publiek; assistentie gebouwbeheer, enz.

2.4.13. Meetinstrumenten Commissie.

In 1978 kwam de commissie tienmaal bijeen. Alle aandacht werd besteed aan het handhaven van een instrumentarium van hoge kwaliteit bij betrekkelijk bescheiden financiële middelen.

Aan de meetinstrumenten werd dit jaar een bedrag van ca. *f* 400.000,= besteed, inclusief onderhoudskosten en een bedrag van

ca. ƒ 100.000,= voor speciale instrumenten voor nieuwe projekten.

Bij een accountantsonderzoek bleek het beheer van het instrumentarium tot grote tevredenheid te stemmen. De geautomatiseerde inventarislijst maakte een gunstige indruk: alle relevante gegevens konden snel en overzichtelijk worden verstrekt.

Rond de jaarwisseling vond een volledige inventarisatie van de meetinstrumenten plaats.

2.5. Astronomen.

2.5.1. Algemeen.

Gedurende 1978 is het aantal leden van de groep astronomen binnen de Stichting van vijf naar zeven gestegen; gemiddeld dus een volle bezetting van de zes bestaande plaatsen. De onderzoek belangen van deze astronomen zijn hoofdzakelijk op het extragalactische vlak gebleven, maar door de gegroeide belangstelling voor b.v. optische en röntgen metingen zijn onze studies breder en rijker geworden. Het astronomisch onderzoek van alle Stichtingsastronomen, zowel als dat van stafleden van andere afdelingen, is beschreven in hoofdstuk 3.1.

Van onze andere activiteiten en verantwoordelijkheden (soms "klusjes" of "niet astronomische taken" genoemd; het gebruik van het laatste is echter misleidend aangezien sommige taken wel betrekking hebben op astronomisch werk) kunnen het VLBI werk, de WARC-79 vergadering voorbereidingen en het kwaliteits bewaking werk van de QMC als uiterst belangrijk gezien worden. Een essentiële uitbreiding van de Dwingeloo faciliteiten vond plaats met de aanschaf van de Palomar Sky Survey. Het voortdurend gebruik van de APL terminal in Dwingeloo bewijst hoe belangrijk deze is als een onderdeel van onze reductie apparatuur.

2.5.2. Personeel.

Begin 1978 bestond de groep uit vijf astronomen, nl. V.K. Kapahi, J.G. Robertson, A.H. Rots, R.T. Schilizzi en R.G. Strom. Deze leden zijn gedurende het hele jaar in Stichtingsdienst gebleven. In de loop van juli kwam J.R. Forster van de universiteit van Californië te Berkeley, waar hij zijn promotie onderzoek had afgemaakt. Dit betrof synthese metingen op 1.3 cm golflengte van enkele niet-thermische radio bronnen waaronder het stelsel Virgo A. In oktober arriveerde in Dwingeloo A.G. de Bruyn, terug in Nederland na een twee en een half jaar dienstverband met de Hale Observatories als een Carnegie Fellow. Daar heeft hij veel optische waarnemingen verricht, vnl. in het kader van onderzoek naar de eigenschappen van Seyfert stelsels. Met de jongste jaarwisseling vertrok V.K. Kapahi na een verblijf in Dwingeloo van bijna drie jaar

2.5.3. Diverse verantwoordelijkheden.

Elk van de groepsleden heeft één of meer verantwoordelijkheden binnen de Stichting die vaak niet direkt met zijn onderzoek werk in verband staan. In dit gedeelte worden deze aktiviteiten gedurende 1978 gerapporteerd.

A. De Stichtingsbibliotheek.

Tot november viel het algemeen beheer van de bibliotheek onder de verantwoordelijkheid van Strom, maar daarna nam J.P. Hamaker deze taak over. Ook in de loop van 1978 droeg G.B. van der Toorn de rol van administratief assistent aan Mej. M. ter Wal over. Gedurende het hele jaar bleef Mevr. W. Sieders-Barkhof een deel van het dagelijksroutine werk uitvoeren.

Dit jaar moet weer gerapporteerd worden dat het grootste probleem van de bibliotheek het gebrek aan opslagruimte blijft. Uit een inventarisatie bleek dat terwijl de boekenplanken vrijwel allemaal vol zitten, bijna twintig procent van de boeken zijn uitgeleend. Een ander aspect van het bibliotheekwerk in 1978 was het toenemend gebruik, vooral van tijdschriften, opgeslagen op microfisches. Ofschoon dit onze ruimteproblemen nauwelijks zal verhelpen (integendeel, nu moeten wij èn in boeken èn in microfiches voorzien), was het beschikken over leesapparatuur noodzakelijk. Daarom heeft de bibliotheek samen met de CTD besloten een dergelijke projector aan te schaffen.

B. Preprints en reprints.

De administratie, planning en coördinatie van het pre-reprint systeem vallen onder de verantwoordelijkheid van Robertson. Van elk artikel bestemd voor een wetenschappelijke publikatie dienen ongeveer 120 copieën gemaakt en naar zo'n 100 bibliotheken van astronomische instituten verstuurd te worden. Gedurende 1978 werden bijna veertig preprints samengesteld en uitgedeeld. Het bereiken van individueel geïnteresseerde astronomen is het doel van de Stichtings reprint service. Dit jaar ontvingen de aangesloten astronomen drie verzendlijsten van in totaal meer dan vijftig artikelen waaruit ze konden kiezen. Voor ieder artikel kwamen er tussen dertig en negentig aanvragen binnen, een bewijs van het voortdurende nut van het systeem.

C. Astronomische kontakten met Westerbork.

Het onderhouden van een regelmatig astronomisch kontakt met de teleskoopgroep in Westerbork is de zorg van Strom tezamen met enkele andere leden van de groep geweest. Gedurende de eerste maanden van 1978 heeft Kapahi deze rol vervuld, daarna heeft Rots de taak overgenomen wiens opvolger tegen het eind van het jaar De Bruyn is geweest. Geprobeerd werd op basis van wekelijkse bezoeken, recente problemen en de algemene gang van zaken te bespreken. Dit werk speelt ook een belangrijke aanvullende rol bij QMC werkzaamheden.

D. VLBI werkzaamheden.

De coördinatie en planning van de zgn. Very Long Baseline Interferometry (VLBI) vallen onder de verantwoordelijkheid van Schilizzi. Details van de instrumentatie en waarnemingen in 1978 alsmede projekten op internationaal niveau, zijn beschreven in paragraaf 2.5.5. Astronomische resultaten hiervan bevinden zich in hoofdstuk 3.1.

Schilizzi en Rots hebben een deel van hun tijd besteed aan computer programma ontwikkeling. Deze programma's zijn noodzakelijk om de waarneemgegevens (gecorreleerde signalen, soms ook wel "fringes" genoemd) in termen van radio structuren te kunnen interpreteren. Vaak betreft dit werk de vertaling van een bestaand programma (elders geschreven) voor gebruik op één van de plaatselijke computers. Aldus heeft Schilizzi, samen met C. Kotanyi (Groningen) en P.N. Wilkinson (Jodrell Bank), enkele programma's van laatstgenoemde aan de Groningse Cyber computer in bedrijf gekregen. Rots hield zich bezig met programma's voor de interpretatie van lijn waarneemgegevens.

E. Calibratie DLB lijn metingen.

Forster heeft tot taak de calibratie van WSRT lijn gegevens, met name van metingen van galactische objecten. In samenwerking met E. Raimond zal hij een aantal procedures ontwikkelen waarmee verschillende onderdelen van het bestaande teleskoop systeem (frontends, backend, enz.) onafhankelijk van elkaar gecalibreerd kunnen worden. Daarna kan de calibratie van galactische objecten, waarbij de vrijwel altijd aanwezige straling van galactische waterstof een verwarrende invloed heeft, eenvoudiger dan tot nu toe gebeuren. Bovendien zal de calibratie van het instrument dan in het algemeen op een meer directe en systematische wijze kunnen geschieden.

F. Diversen.

De Stichtingsastronomen zijn ook betrokken bij een aantal andere kleine taken van verschillende aard.

Zo hield Forster zich bezig met de reductie van waterstof lijn metingen van het stelsel NGC 6946, die gedaan zijn met de Penticton synthese teleskoop. Deze waarnemingen zullen gebruikt worden om korte basislijninformatie toe te voegen aan bestaande Westerbork gegevens. Ze maken aldus een deel uit van een omvangrijker project betreffende het verkrijgen van dergelijke informatie voor Westerbork waarnemingen.

Ook Rots heeft hierin een rol gespeeld. Hij onderzocht de mogelijkheden van interpolatie (gebaseerd op wat hij voor het object M81 in zijn proefschrift gedaan heeft) en van een scannende

interferometer met een basislijn van 36 m. Hoewel dit er allemaal veelbelovend uitziet vereist het een grondig verder onderzoek en een nauwkeurige vergelijking van diverse methoden om de 18 m basislijn informatie te verkrijgen. Dit werk resulteerde in twee bijdragen (één samen met R.D. Ekers (Groningen)) aan het Colloquium over Image Formation in Groningen.

Ook dit jaar heeft Rots een taak in de popularisatie van de sterrenkunde vervuld. Van de hand van de leden van de groep verscheen een aantal artikelen in Telescopium.

Het werk van De Bruyn aan één van de afleveringen van een Teleac-serie over moderne sterrenkunde dient ook genemd te worden. Deze serie zal in 1980 op de televisie verschijnen.

Andere verantwoordelijkheden gedurende 1978 betreffen het werk van Strom aan polarisatie correcties voor ionosferische effekten en zijn taak als uitvoerend secretaris van IAU Commissie no. 40.

Robertson besteedde enige tijd aan een herziening van sommige onderdelen van het gebruikers handboek voor de WSRT. Een rapport over de inspanningen van o.a. Schilizzi als voorbereiding voor de WARC bijeenkomst in 1979 verschijnt elders in dit jaarverslag. (punt 2.6.7.)

2.5.4. De Q.M.C.

De Q.M.C. (Quality Monitoring Committee) heeft in 1978 zeven maal vergaderd, ongeveer om de twee maanden. Veel tijd werd besteed aan problemen en speciale situaties die voortkwamen uit het DLB systeem en het in gebruik nemen van de teleskopen C en D. Er is gepoogd de astronoom-gebruikers meer direct te betrekken bij de kwaliteitscontrole en het terugvloeien van informatie te verbeteren. Te dien einde zijn twee vergaderingen gehouden die open waren voor iedere geïnteresseerde gebruiker.

Gedurende dit jaar is de samenstelling van de QMC enige malen veranderd. Aanvankelijk was deze: R.D. Ekers (Groningen), Kapahi, J.K. Katgert-Merkelijn (Leiden), Strom en, q.q., J.D. Bregman en T.A.Th. Spoelstra. In het eerste kwartaal nam Rots de plaats van Kapahi in en traden E. Raimond en H.W. van Someren Grêve (voor de duur van de software ontwikkeling voor het nieuwe systeem) tot de commissie toe. Later in het jaar werd Ekers' plaats ingenomen door U.J. Schwarz als vertegenwoordiger van Groningen.

Enkele interessante diskussiepunten kwamen voort uit kaarten gemaakt van DLB waarnemingen. We zagen b.v. het effect van D.C. offsets in lijnkaarten met totale bandbreedten van minder dan 10 MHz; tegen het einde van de zomer was dit probleem volledig opgelost. Tegen het eind van het jaar werd de commissie geconfronteerd met een soortgelijk, maar subtieler probleem in lijn waarnemingen met een totale bandbreedte van 10 MHz. Zoals gebruikelijk heeft de commissie veel tijd besteed aan de bespreking van calibratie procedures en problemen in het algemeen.

De twee open vergaderingen met WSRT gebruikers die eerder genoemd werden, zijn in Leiden en Groningen gehouden. Ze gaven de commissie de gelegenheid direkt te horen met welke problemen de astronomen te maken hadden en hun gegevens te zien. In verscheidene gevallen was het mogelijk te adviseren hoe bepaalde defecten teniet konden worden gedaan. Tijdens deze vergaderingen kwamen ook de DC offset problemen voor het eerst aan het licht en werden gain fouten t.g.v. het gebruik van gepolariseerde calibratie bronnen opgespoord. De terugkoppeling van de astronomen die de leden van de QMC tijdens deze vergaderingen kregen, was erg nuttig.

2.5.5. VLBI waarnemingen.

Wat VLBI waarnemingen betreft is 1978 ons drukste jaar geweest tot dusver. De Westerbork en Dwingeloo teleskopen hebben in totaal 14 dagen gemeten en vrij veel Nederlandse astronomen hebben aan een aantal projekten deelgenomen. De tabel hieronder geeft een overzicht van deze activiteiten. (zie volgende bladzijde) 1978 was ook het jaar waarin onze recording terminal (bevattende een rubidium frequentie standaard) in gebruik werd genomen. Verder was voor ons belangrijk het feit dat de drie station correlator van het M.P.I. in Bonn in bedrijf kwam.

Wanneer de WSRT gebruikt wordt als een geschakelde reeks antennes, levert hij een equivalent in ontvangend oppervlak van een 93 m spiegel in de interferometer combinaties met andere Europese teleskopen, zoals Effelsberg, Jodrell Bank en Onsala. Deze zeer gevoelige systemen zijn vooral nuttig voor het bestuderen van zwakke compacte objecten. Het gebruik van de WSRT in "total power mode" wordt bereikt door de signalen van één set dipolen van alle 14 teleskopen coherent op te tellen na I.F. omvorming tot basisband. De sturing van de telescopen in delay en fringe rate wordt gedaan in het laatste I.F. gedeelte, zoals in Westerbork gebruikelijk is. Op deze wijze vallen fringe stopping, delay en fan beam centra samen.

Programma pakketten van andere sterrewachten voor het reduceren van VLBI gegevens zijn/worden aangepast voor gebruik op Nederlandse computers.

In internationaal verband onderzocht een aantal astronomen de mogelijkheden voor toekomstige VLBI systemen in Europa. Het gaat hier enerzijds om geavanceerde band opname apparatuur en frequentie standaarden en anderzijds om het gebruik van een geostationaire kunstmaan als een relais station voor locale oscillator signalen en I.F. gegevens. De Stichting was begin 1978 betrokken bij een Mission Definition Study van de European Space Agency (ESA) betreffende een satelliet verbinding. Als uitvloeisel van die studie nam de Stichting op zich een prototype synchronisatie systeem te bouwen en te testen. Verder heeft ESA besloten een Phase A Study uit te voeren om het gehele VLBI satelliet verbinding concept in detail te onderzoeken. Stafleden van de Stichting zijn

vertegenwoordigd in het Steering Committee voor deze studie.

Onderzoek naar systemen welke gebruik maken van video cassette recorders zal geschieden in 1979.

Datum	Teleskopen	Frequentie	Onderwerp	Nederlandse onderzoekers
januari	Dwingeloo Effelsberg Onsala Jodrell Bank	1665 MHz	Polarisatie; M82 OH lijn	R.T. Schilizzi A. van Ardenne A.H. Rots P.A. Shaver
maart	Westerbork Effelsberg	1417 MHz	Extragalactische bronnen	V.K. Kapahi R.T. Schilizzi
mei	Dwingeloo Effelsberg Jodrell Bank NRAO Onsala	1665 MHz	3C236 kern Virgo A kern	R.T. Schilizzi G.K. Miley C. Kotanyi
september	Dwingeloo Fort Davis NRAO NRL Owens Valley Vermillion River	1665 MHz	OH bronnen-W3(OH),enz.	R.T. Schilizzi
november	Westerbork Cambridge Effelsberg Onsala	4995 MHz	Compacte bronnen	W.van Breugel, K. Hummel, V.K. Kapahi, E.Meurs, J.H.Oort, R.G. Strom, R.T. Schilizzi, A. van Ardenne.

2.5.6. Contacten met astronomen buiten de Stichting.

Regelmatig contact met andere astronomen, in het bijzonder die in Groningen in Leiden, blijft een belangrijk aspekt van het werk van de leden der groep. De verantwoordelijkheid voor het

contact met Groningen werd gezamenlijk gedragen door Forster, Kapahi en Rots. De Bruyn, Robertson, Schilizzi en Strom waren belast met het contact met Leiden. Het gebruik van de computers van deze beide universiteiten blijft een belangrijk onderdeel van de bezoeken. Het in toenemende mate gebruik maken van terminals in Dwingeloo naar beide computers - met name voor het aanbieden van rekenwerk - had tot gevolg dat de bezoeken aan deze universiteiten efficiënter benut konden worden en er meer tijd beschikbaar was voor diskussies met andere astronomen.

In de loop van het jaar werden verscheidene colloquia gegeven; in Groningen door Forster en Rots, in Leiden door Forster, Robertson en Rots, en in Utrecht door Schilizzi. De leden van de groep bezochten tevens een aantal internationale conferenties.

2.5.7. Het IRAS projekt.

Het naderen van de lanceerdatum van de IRAS satelliet heeft een intensivering van de ontwerp activiteiten met zich meegebracht. Vooral bij het ontwerp van de programmatuur voor de verwerking van de gegevens is Raimond als adviseur en als kritisch waarnemer nauw betrokken. Vier vergaderingen en besprekingen ieder van ongeveer een week en enkele van één of twee dagen werden door hem bijgewoond Drie van deze besprekingen waren in Pasadena, Californië en twee in Slough, Engeland.

Aansluitend aan een van deze besprekingen heeft Raimond een kort bezoek gebracht aan de VLA in New Mexico.

2.6. Algemene Zaken / Het Bureau.

2.6.1. Algemeen.

De medewerksters/ers van het Bureau verrichtten op de gebruikelijke wijze hun ondersteunende taak aan het technische en astronomische werk van de Stichting, waarbij dit jaar het accent lag bij de uitvoering van de uitbouw van de S.R.T., de voorbereiding van de uitbreiding van het dienstgebouw te Dwingeloo en de verbetering van de financiële verslaggeving.

De toenemende behoefte aan administratieve steun aan de Astronomengroep was voorzien. Om deze te kunnen blijven verlenen werd het personeelsbestand uitgebreid met een medewerkster die in de bibliotheek en bij de financiële administratie werd ingezet; deze administratie was daarmede voldoende bezet om op soepele wijze te kunnen funktioneren.

Er werd een tijdelijke behuizing geplaatst voor het opstellen van computerapparatuur. In het dienstgebouw werden enkele kunstgrepen toegepast om "ruimte" te maken voor de van Leiden naar Dwingeloo komende leden van de Reduktiegroep, die een deel van de bewerking van de met de S.R.T. verkregen gegevens m.i.v. 1979 in Dwingeloo zullen doen.

Teneinde de telefonische bereikbaarheid te verbeteren is een nieuwe telefoonautomaat voor Dwingeloo besteld en zal de Dwingeloo automaat, die van Westerbork gaan vervangen.

2.6.2. Personeelszaken.

Overleg tussen Werkgroep en Personeelsraad resulteerde in het besluit om tot een jaarlijks evaluatiegesprek te komen met ieder personeelslid. In dit onderhoud wordt het funktioneren en het werk door de betrokkene, de werkleider en het afdelingshoofd besproken. In december jl. is hiermee begonnen, in januari 1979 zullen deze gesprekken gevoerd zijn.

Reeds jaren bestaat voor het personeel een goed omschreven bevorderingsbeleid, echter niet voor de academici. Voor de staf werd het beleid aan T.H.'s en universiteiten gevolgd. Er is thans een duidelijk beleid opgesteld dat aangepast is aan de richtlijnen gegeven door het Ministerie van O. en W.

Het verloop onder ons personeel is klein; er vonden slechts een zestal mutaties plaats. Ook het ziekteverzuim is laag en bedroeg iets meer dan de helft van landelijke gemiddelden. Vier nieuwe vakatures mochten in 1978 worden bezet t.w. twee in de Computergroep, één in de Teleskoopgroep te Westerbork en één in het Bureau.

Gedurende het gehele jaar had de Stichting een gemiddelde bezetting van zes stagiaires van verschillende M.T.S.'en en H.T.S.'en. Onzerzijds wordt voor een goede begeleiding zorggedra-

gen, zodat de stage-periode door school en betrokkene als zeer positief wordt ervaren. Wij vinden dit een bijdrage aan de opleiding van jonge mensen, die de Stichting kan en graag wil geven.

In goed samenspel met het Arbeidsbureau te Beilen konden verschillende mensen onder de T.A.P.-regeling bij de Stichting de gewenste werkervaring opdoen. Het betrof en betreft hier Drs. N.A. van der Wal - astronoom, D.J.J. Moorrees - elektrotechnikus, G. Kuper - elektrotechnikus, en Drs. J. van Os - experimenteel fysicus.

Het personeelsblad "Telescopium" dat tot doel heeft de communicatie binnen de Stichting te bevorderen, verscheen dit jaar vijf keer.

De Personeelsvereniging verzorgde ook dit jaar weer enkele gezellige evenementen waaronder een barbecue, een geslaagde St. Nicolaasviering en een sfeervolle Kerstbijeenkomst.

2.6.3. Financiën.

Gewoon Subsidie: Het voor 1978 toegekende bedrag bood ons enige ruimte en stelde ons in staat in de loop van het jaar over te gaan tot het vervullen van een viertal vakatures; het voorgenomen programma van werkzaamheden kon op normale wijze worden uitgevoerd.

Het voor 1979 gegunde bedrag noopt ons tot het doorvoeren van een groot aantal beperkingen; nochtans is het onmogelijk om een sluitende begroting op te stellen zonder het treffen van - naar wij hopen, tijdelijke - noodmaatregelen.

Investerings Subsidie: De voor 1978 en 1979 gegunde bedragen zijn gelijk aan de aangevraagde bedragen en stellen ons in staat de uitbouwplannen voor de S.R.T. in het voorgenomen tempo te realiseren.

Meerjarenraming 1980/1983 / Begrotingsaanvragen 1979 en 1980: De Meerjarenraming 1980-1983 en de aanvragen Gewoon Subsidie en Investerings Subsidie 1979 en 1980 werden in juli jl. bij Z.W.O. ingediend.

2.6.4. Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo.

Voor wat de gebouwen betreft kan het jaar 1978 de geschiedenis ingaan als het jaar van de ruimteproblemen. Diverse interne verhuizingen vonden plaats, alle met het doel om broodnodige werkruimte te creëren. Dit gaf weer geluidsoverlast door het dicht op elkaar plaatsen, zodat extra voorzieningen moesten worden getroffen om dit binnen redelijke grenzen terug te brengen. Momenteel is zelfs een gastenkamer tijdelijk ingericht als kantoor, terwijl de opslagruimte van het brandweermateriaal en de beide dienstwagens ook al een periode als montage-ruimte heeft gekend. Verschil-

lende materialen en instrumenten hebben tijdelijk hun plaats in de gangen gevonden in afwachting van de realisering van de nieuwbouwplannen.

Het oorspronkelijke bedieningshuisje van teleskoop west verkeerde in zeer slechte toestand; hiervoor werd een nieuw bedieningshuisje gebouwd op de oorspronkelijke plaats. Achter het zonnehuis werd een tijdelijke behuizing met een oppervlak van 60 m^2 geplaatst voor de computers en bedieningsapparatuur, voorzien van een in eigen beheer ontworpen zelf-regulerend ventilatiesysteem, dat in de winter de werkruimte met de afgegeven warmte van de computers op een werkbare temperatuur houdt.

De laboratorium-computerkamer werd van geluidsabsorberende wanden en plafond, zomede van een warmte-afzuiginstallatie voorzien.

Ook werden hoofd- en bijgebouwen voorzien van een brandmeldinstallatie waaraan in 1979 een automatische telefoonkiezer zal worden gekoppeld. De installatie alarmeert in geval van storing of brand buiten de werkuren en in de week-ends de brandweer en enkele medewerkers.

Met het waterleidingbedrijf is overeengekomen dat in 1979 een aansluiting zal worden gemaakt op het waterleidingnet waarop kan worden overgeschakeld in geval van storing van de eigen drinkwatervoorziening.

De telefooninstallatie is duidelijk te klein geworden; de uitgaande lijnen zijn regelmatig bezet en er is geen mogelijkheid van uitbreiding van de aansluitingen meer. Begin 1979 zal een nieuwe installatie worden aangebracht, die aan deze problemen tegemoet komt. Het betreft hier een U.H. 200-telefoonautomaat met 12 uitgaande lijnen en 100 toestellen, die de U.H. 45 met 5 uitgaande lijnen en 45 toestellen zal vervangen. De U.H. 45 gaat naar Westerbork ter vervanging van de UH 30.

De beide Stichtingswoningen te Dwingeloo hebben een grondige reparatiebeurt ondergaan; de gastenwoning is evenals vorig jaar het gehele jaar verhuurd geweest.

Door interne omstandigheden was het niet mogelijk de gastenaccomodatie in het hoofdgebouw optimaal te benutten; desondanks werden mede door de toenemende vergaderaktiviteiten nog 95 gasten met 287 overnachtingen geboekt, waarvan respectievelijk 16 gasten met 104 overnachtingen voor rekening van buitenlandse astronomen waren.

2.6.5. Bouwzaken.

Omtrent het ruimtetekort in het dienstgebouw te Dwingeloo werd reeds melding gemaakt o.m. in het vorige jaarverslag. De situatie verslechterde in de loop van het verslagjaar doordat er vanwege de verplaatsing van een deel van de gegevensverwerking vanuit Leiden naar Dwingeloo, ruimte gevonden moest worden voor personeel en computerapparatuur van de Reduktiegroep uit Leiden.

Binnen de Stichting werden plannen gemaakt voor nieuwbouw in Dwingeloo en voorgelegd aan Z.W.O. Het bestuur van Z.W.O. heeft zich in principe kunnen verenigen met onze voorstellen terzake. In samenwerking met het Architektenbureau De Vlaming, Salm en Fennis B.V. uit Amsterdam worden de plannen voor ruim 1000 m^2 nieuwbouw en enkele verbouwingen in het bestaande gebouw thans verder uitgewerkt en een begroting samengesteld. Voorts wordt een financierings- en bestedingsvoorstel opgesteld. Deze gegevens zullen zodra gereed ter goedkeuring worden voorgelegd aan Z.W.O.

2.6.6. Popularisering.

Het aantal in ons werk geïnteresseerde bezoekers neemt van jaar tot jaar toe. Op zich is het een verheugend verschijnsel dat de belangstelling van het publiek in onze tak van wetenschap groot is. Het stelt ons wel eens voor problemen hoe wij met de ons ten dienste staande middelen hun nieuwsgierigheid kunnen bevredigen.

Het Melkwegpad naar de Radiosterrenwacht te Westerbork met zijn prachtige informatie-vitrines blijft voor het wandelende publiek het gehele jaar door een groot sukses. De excursies te Westerbork werden tijdens het zomerseizoen geleid door een actief lid van de Volkssterrenwacht- Drenthe, die als H.T.S.-stagiaire bij ons is geweest.

In Dwingeloo verleende een veertiental technici spontaan hun medewerking bij het verstrekken van informatie aan het publiek op de woensdagmiddagen tijdens het zomerseizoen.

Er werd medewerking verleend aan een tweetal schoolradiouitzendingen, één van de N.C.R.V. en één van de K.R.O.

De Sterrewacht te Utrecht vervaardigde een demonstratiemodel van de 25 m - Dwingeloo teleskoop, schaal 1 : 50, dat volledig electromagnetisch gestuurd kan bewegen; dit model zal o.m. in de vitrines geëxposeerd worden.

De Groningse astronoom Dr. G.S. Shostak vervaardigde met steun van het Ministerie en o.m. de Stichting een film over radioastronomie bedoeld voor een algemeen geïnteresseerd publiek. Deze film kwam in het voorjaar 1978 gereed.

Velen maakten gebruik om in het zomerseizoen onze informatiestand op de woensdagmiddag te bezoeken. Verder werd een veertigtal excursies door ons verzorgd; het betrof hier schoolgroepen, maar ook o.a. een volkssterrenwacht, een boeren- en tuindersbond, een afdeling van Rijkswaterstaat en leden van het gerechtshof te Leeuwarden.

Posters van de S.R.T. te Westerbork en de radioteleskoop te Dwingeloo, alsmede ons boekje "Telescopium" dat populaire informatie bevat over ons werk, konden tegen kostprijs door het publiek worden verkregen.

2.6.7. W.A.R.C. 1979.

De in 1979 in Genève te houden World Administrative Radio Conference (WARC) zal buitengewoon belangrijk zijn. Hier zullen besluiten genomen worden over het wereldwijde gebruik van het radiospectrum, geldend tot het einde van deze eeuw.

In deze conferentie, die door de Union International de Telecommunication (I.T.U.) wordt belegd en die tien weken gaat duren, zal door de deelnemende landen het Internationale Radioreglement worden herzien. Het thans van kracht zijnde Radioreglement werd opgesteld in 1959 en is sindsdien op verschillende onderdelen aangevuld en gewijzigd door achtereenvolgende radiovakconferenties.

Voor conferenties zoals deze zijn de P.T.T.-administraties van de lidstaten de verantwoordelijke instanties. Zo heeft ook de Nederlandse P.T.T.-administratie zich belast met de coördinatie van de voorbereiding voor deze conferentie, en binnen de P.T.T.-organisatie met name de Radio Controle Dienst.

In begin 1978 is door de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat een ambtelijke commissie in het leven geroepen teneinde een evenwichtige afweging van de belangen te bevorderen.

Vanuit de Stichting R.Z.M. heeft een drietal stafleden vanaf het eerste begin aktief deelgenomen aan de voorbereidingen door deelname aan de vergaderingen van de ambtelijke commissie en zijn werkgroepen; een vergadering in 1978 door het C.C.I.R. in Genève gehouden om als technische voorbereiding voor de W.A.R.C. te dienen is ook door een Stichtings-staflid bijgewoond.

De actieve deelname aan de voorbereiding voor de W.A.R.C. 1979 heeft als resultaat dat er veel beter begrip is ontstaan bij de andere spectrum gebruikers voor de specifieke problemen van een passieve dienst, die de radioastronomie nu eenmaal is. Ook een aantal voorstellen tot wijziging van de frequentietabel, die de kwaliteit van de bescherming van de radioastronomie-banden moet verbeteren, is in het pakket voorstellen dat de Nederlandse delegatie zal indienen, opgenomen.

Verdere bijdragen in de diskussie om tot een instruktie aan de Nederlandse delegatie naar Genève te komen zullen in 1979 voortgezet worden.

2.7. Personeelsraad.

Het afgelopen jaar is voor de Personeelsraad wederom een jaar geweest met veel grote en kleine problemen. De in het vorige verslag reeds genoemde enquête betreffende het funktiewaarderingsonderzoek leidde dit jaar (na het nodige overleg met de achterban) tot een voorstel aan de Werkgroep, die hiermee akkoord ging.
Er vindt nu éénmaal per jaar een evaluatiegesprek plaats met diegene voor wie men werkt over o.a. het wederzijds funktioneren. Nadat deze gesprekken inmiddels voor de eerste keer hebben plaatsgevonden, hebben veel mensen hun waardering hierover geuit.

We zullen traditie getrouw nog een aantal zaken noemen waarmee wij ons verder hebben beziggehouden:

a. Afvoer schadelijke stoffen
b. Drinkwaterprobleem
c. Cursussen voor personeel
d. Carrièrebeleid
e. Sollicitatieprocedures.

Bij punt a kan nog worden opgemerkt dat ook deze zaak nu met instemming van alle partijen bevredigend is opgelost. Ook in het komende jaar zullen wij ons inzetten voor het behoud en de eventuele verbetering van de werkomstandigheden en het persoonlijk welbevinden van alle medewerkers.

3. ASTRONOMISCHE VERSLAGEN.

3.1. Radioastronomisch onderzoek van Stichtingsstafleden.

Redaktie: A.G. de Bruyn.

3.1.1. Inleiding.

Binnen de Stichting zijn ongeveer 10 stafleden direkt bij het sterrenkundig onderzoek betrokken. Het spreekt vanzelf dat het merendeel hiervan op naam kwam van de groep astronomen, die ook dit jaar weer uit gemiddeld zes leden bestond. Net als in 1977 viel het zwaartepunt van het onderzoek op verre extragalactische continuum bronnen (Kapahi, Robertson, Schilizzi, Strom) hoewel nu de nabije sterrenstelsels (de Bruyn) meer aandacht gaan krijgen. Lijnonderzoek aan nabije stelsels werd door Raimond en Rots gedaan. Verder werd ook galactisch onderzoek (Forster, Harten, Spoelstra, Strom) en zononderzoek (Slottje) verricht.

Voordat een sterrenkundig onderzoek zijn neerslag vindt in een publikatie zijn er vaak aanzienlijke inspanningen vereist, vooral op software gebied, die niet als specifiek sterrenkundige aktiviteiten gezien worden en die dan ook niet in het hiernavolgende beschreven zullen worden. Hieronder valt, bijvoorbeeld, het aan VLBI-onderzoek verwante werk van Schilizzi. Deze inspanningen staan, voorzover zij astronomen betreffen, grotendeels beschreven in hoofdstuk 2.5.

3.1.2. Zon onderzoek.

Een bijzonder interessante waarneming was de ontdekking met de Dwingeloo 25 meter teleskoop van ongekend kortlevende helderheidsfluctuaties in een zonnevlam op 11 cm golflengte. Deze waarneming is geanalyseerd en gepubliceerd door Slottje. De tot dan toe bekende kortst levende fluctuaties duurden ongeveer een seconde terwijl nu "spikes" werden waargenomen met duren van 20 milliseconden of korter. Deze zeer snelle fluctuaties wijzen op zeer kleine bron dimensies, in de orde van tientallen kilometers, waarvan tot nu toe slechts sprake was in theoretische modellen. Uit deze waarneming blijkt dat de deeltjes versnellingsprocessen op een honderd maal kortere tijdschaal plaats kunnen vinden dan tot nu toe werd aangenomen. Deze waarneming heeft dan ook de nodige aandacht getrokken op een NASA Workshop ter voorbereiding van de S.M.M. (Solar Maximum Mission).

Slottje werkte mee aan de CESRA/EPS-Workshop over "Type I solar radio bursts" met onder meer een overzicht over de "Development of Type I storms". Van deze Workshop werd een tweede bijeenkomst georganiseerd op de Radiosterrenwacht te Dwingeloo.

3.1.3. Galactisch onderzoek.

Harten vervolgde zijn studie van enkele grote H II gebieden en zijn werk aan in totaal ongeveer 10 H II gebieden verkeerde aan het eind van het jaar in uiteenlopende stadia van voltooiing. Met Felli, Tofani en Panagia (Florence) werkte hij aan de interpretatie van radio, infrarode en CO-gegevens van het gebied S 155. Met een eenvoudig model konden zij de waargenomen parameters verklaren als zijnde het gevolg van verhitting en ionisatie van het stof en gas door een nabije ster. In het gebied S 140 werd radiostraling waargenomen op de plaats van een infrarode ster.

Door een gedetailleerde vergelijking van radio en optische gegevens kwamen Harten en J. Dickel (Leiden) tot de ontwikkeling van een model voor de grote schaal struktuur van het gebied W 3. Verder vervolgde Harten de analyse van compacte strukturen in H II gebieden die eerder ontdekt waren in een reeds gepubliceerde survey naar fijnstruktuur in 77 H II gebieden.

Forster begon (samen met collega's uit Leiden, Groningen en Amsterdam) de analyse van formaldehyde (H_2CO) waarnemingen van het compacte H II gebied DR21. De calibratie van deze waarnemingen, die gedaan zijn met de nieuwe lijnontvanger, is nog niet compleet. Voorlopige lijnkaarten (met H_2CO in absorptie) zijn echter reeds geïnspecteerd op de Leidse en Groningse beeldverwerkingssystemen. Hiertoe is Forster ook bezig met de ontwikkeling van programmatuur voor de Groningse PDP11/70.

Van Ardenne reduceerde Dwingeloo lijnwaarnemingen van dichte moleculaire wolken in een vijftal H II gebieden. De waarnemingen, die voorgesteld waren door Blair (Stoney Brook) en Baudry (Bordeaux), beoogden de detectie van de $J_{3_{12}-3_{13}}$ overgang van DCNO bij 1404 MHz om daardoor inzicht te krijgen in de abondantie van zware moluculen. Er werden geen lijnen gedetecteerd tot een 3σ-limiet van ongeveer 30 mJy.

Rots en Shaver (Groningen) reduceerden H109α waarnemingen van Sgr A die gedaan zijn met de Dwingeloo teleskoop. In dat deel van de waarnemingen dat niet door de zon gestoord werd, werd een fraaie recombinatielijn gedetecteerd. Het belang van deze waarneming zit hem vooral in de vergelijking met waarnemingen met hogere ruimtelijke resolutie die reeds door andere teleskopen zijn gedaan. Er bleven echter vraagtekens bestaan over de pointing en calibratie zodat verdere waarnemingen nodig zijn.

De supernovarest CTB80 werd waargenomen op golflengten van 6, 21 en 49 cm in een samenwerkingsprojekt tussen Strom, Angerhofer en Kundu (beide van Maryland) en Velusamy (Ooty). Kaarten van de totale intensiteit en lineaire polarisatie op de drie golflengten zijn met elkaar vergeleken. De vrij compacte centraal gelegen component die een hoge oppervlakte helderheid heeft, blijkt een vlak ($\alpha \sim 0.0$) spectrum te hebben dat duidelijk verschilt van het niet-thermische spectrum van de rest van de bron. Op de Palomar Sky Survey prints werd zwakke optische emissie gevonden op

de plaats van deze compacte bron. Men vermoedt dat het objekt nog tamelijk jong is. In een vervolg op dit onderzoek hebben Strom en Harten 21 cm lijn waarnemingen van CTB80 gedaan om naar H I absorptie te zoeken. Met de reduktie van deze metingen is begonnen.

Forster werkt aan de analyse en interpretatie van polarisatie kaarten van de Crab nevel, die gebaseerd zijn op 23 GHz synthese waarnemingen uit zijn periode bij het U.C. Berkeley Radio Astronomy Laboratory.

Spoelstra deed waarnemingen van Nova Cyg 1978 en zal deze Nova nog regelmatig blijven waarnemen. De reductie van deze metingen alsmede die van de bron van γ-straling GC135+1 is begonnen. Een gebied in de galactische achtergrondstraling dat een vreemd polarisatiegedrag vertoont werd door hem waargenomen op 49 cm. Deze metingen zijn nog in de calibratiefase. Naar aanleiding van recente Westerbork waarnemingen van Jupiter begon Spoelstra met de ontwikkeling van een computerprogramma dat een dipool stralingsveld doorrekent.

3.1.4. Extragalactisch onderzoek.

3.1.4.1. Continuum straling.

Strom en Willis (Brandeis) voltooiden hun uitgebreide onderzoek van het reuzen radiostelsel 3C236. De voornaamste resultaten van dit onderzoek, dat gebaseerd is op waarnemingen op golflengten van 6, 21 en 49 cm, kunnen als volgt worden samengevat:
(i) Er zijn aanwijzingen, in de vorm van secundaire emissiegebieden, dat energie in discrete uitbarstingen wordt toegevoerd aan de uitgebreide radio lobben, (ii) De morphologie van deze lobben zou wel eens bepaald kunnen worden door processen die zich in de kern van het moederstelsel afspelen, (iii) De magnetische velden in de lobben zijn zeer uniform tot op schalen van 1 Mpc en groter, (iv) De radio spectrale eigenschappen zijn alleen dan te verklaren als er in de buitenste delen van de bron (her-)versnelling van relativistische deeltjes plaatsvindt.

De polarisatie resultaten duiden op een geringe gasdichtheid in de radiobron componenten. Dit is misschien niet zo verbazingwekkend aangezien 3C236 gelegen is in een gebied met een zeer lage dichtheid van melkwegstelsels.

Schilizzi en een groot aantal collega's van verschillende instituten voltooiden een artikel over VLBI-waarnemingen van de kern van 3C236. Een van de interessante resultaten van dit onderzoek betreft de positionering van één van de drie heldere radiocomponenten in de kern. Deze ligt duidelijk naast de hoofdas van de bron en de suggestie wordt gedaan dat dit misschien het gevolg is van een (systematische?) richtingsverandering van de fundamentele as van de bron.

Strom en Willis deden ook waarnemingen met de VLA van de

"hot spot" aan het uiteinde van de oostelijke component van 3C236. In deze "hot spot" vonden zij opnieuw fijnstruktuur met afmetingen kleiner dan 1", de analyse van deze metingen is nog gaande. Kapahi voltooide een artikel over de "hot spots" in een verzameling 3C bronnen. Samen met Schilizzi deed hij VLBI-waarnemingen van 35 3C bronnen met roodverschuivingen van meer dan 0,5 om een van de conclusies uit zijn artikel aan waarnemingen te toetsen. Zij gebruikten voor deze metingen de Effelsberg 100 m teleskoop en de WSRT, geschakeld als een "total power array", waarmee zij een tot dan toe in VLBI-werk ongekende gevoeligheid bereikten. De resolutie op deze basislijn, op een golflengte van 21 cm, bedraagt ongeveer 0".16. De resultaten van dit onderzoek, welke ter publikatie zijn aangeboden aan Nature, toonden voor het eerst aan dat er ook in de uitgebreide componenten van ver verwijderde radiobronnen fijnstruktuur is waar te nemen. De lineaire afmetingen en relatieve helderheden van de gedetecteerde "hot spots" zijn vergelijkbaar met die in nabije radiomelkwegstelsels hoewel er aanwijzingen zijn dat de lineaire afmetingen van de "hot spots" afnemen met toenemende roodverschuiving.

Naast zijn werk aan 3C236 heeft Strom zich ook beziggehouden met de reduktie en analyse van waarnemingen aan drie andere reuzenstelsels: DA240, NGC315 en NGC6251. Samen met Willis en Wilson (Maryland) publiceerde hij voorlopige 49 cm polarisatie resultaten van NGC6251. Ook deze bron blijkt, net als de andere reuzenstelsels, sterk lineair gepolariseerde emissie gebieden te bevatten. Strom, Bridle (Queen's), Fomalont (NRAO) en Willis voltooiden een artikel over NGC315 waarin zij WSRT en VLA waarnemingen verwerkten. De reductie van waarnemingen van ongeveer 60 complexe gebieden uit de BDFL-catalogus werd voortgezet (projekt van Strom, Willis en Palumbo (Bologna)). Van een van de bronnen uit deze lijst, 3C35, werden 6, 21 en 49 cm waarnemingen gedaan en een gedetailleerde studie van dit object wordt ondernomen door Van Breugel (Leiden) en Strom.

De met een Uhuru röntgenbron geïdentificeerde cluster A754 is het onderwerp van een gezamenlijke radio/röntgenstudie waaraan Strom, Harris en Costain (beide Penticton) en Schnopper (Harvard) deelnemen. De 49 cm kaart vertoont een aantal uitgebreide bronnen waarvan er enkele zijn geïdentificeerd met cluster stelsels. Het blijft onzeker of er in deze cluster een radio halo aanwezig is. Waarnemingen met de SAS-3 satelliet lijken er op te wijzen dat de röntgenstraling uit een uitgebreid gebied afkomstig is, tenzij de röntgen emissie variabel is.

Robertson deed waarnemingen van de clusters A2312, A2244 en A2589, in samenwerking met Roos en Valentijn (Leiden). Deze drie clusters behoren tot een verzameling van 17 Abell clusters die door de Ariel V zijn gedetecteerd.

Robertson en J. Katgert (Leiden), die beide lid zijn van de RADEX werkgroep, zijn bezig met de reductie van twee diepe radio survey gebieden die ook door de HEAO-2 röntgen-satelliet zullen worden waargenomen. De radiometingen beslaan in totaal 6 velden

op 21 cm en 6 velden op 49 cm. Voor elk van deze velden zullen bronnenlijsten en andere radiogegevens verzameld worden om die in het voorjaar van 1979 in Harvard te kunnen vergelijken met de röntgen kaarten.

Robertson houdt zich ook bezig met de reductie van 21 cm en 49 cm waarnemingen van drie Abell clusters waarin zich radiobronnen met een steil spectrum bevinden. Twee van de radiobronnen zijn van het kop-staart type. Hij vervolgde de reductie van metingen van het kop-staart stelsel PKS 2247+11. Van dit object zal een gedetailleerde analyse van de morphologie, spectrale index verdeling en polarisatie eigenschappen gedaan worden.

Forster werkt aan de interpretatie van 23 GHz metingen van Virgo A die hij meebracht uit Berkeley. Kapahi vervolgde zijn studie van verzamelingen bronnen uit de S4 (5 GHz) en B2 (408 MHz) surveys. Voor de meeste B2-bronnen die waargenomen zijn op 21 cm zijn de positie en structuur bepaald. De reductie van 6 cm metingen van B2-bronnen werd voortgezet. De bron B2 1101+38, een BL Lac-achtig object, vertoond een radiohalo van 3' op 21 cm.

Robertson vervolgde zijn studie van de evolutie van sterke radiobronnen, d.m.v. zogenaamde vrije-vorm evolutie modellen, waarover dit jaar een eerste publikatie verscheen. Om de consistentie van de gebruikte lichtkracht funktie te verzekeren breidde hij zijn analyse uit met de bepaling van een effectieve radiolichtkracht funktie uit de waargenomen helderheidsverdeling. De gevonden evolutie blijkt in het algemeen vrij sterk te zijn, zelfs op lage roodverschuivingen. Als een controle op zijn modellen onderzocht hij de optische magnitude verdeling van radiomelkwegselsels met lage radio flux dichtheden. Een artikel over dit werk was gereed voor publikatie aan het eind van het jaar.

De Bruyn vervolgde de analyse van waarnemingen die hij deed met de optische teleskopen op Mt. Palomar (Californië). Een van de interessantste resultaten waar hij aan werkt betreft de correlatie tussen de continuum en emissie lijn variabiliteit in type I Seyferts. Met Meurs (Leiden) werkte hij aan de reductie van 21 cm continuum metingen van Seyfertstelsels. In samenwerking met P.Katgert (Leiden) begon de Bruyn de reductie van optische fotometrische gegevens van met radiobronnen uit de 3e Westerbork survey geïdentificeerde objecten.

3.1.4.2. Lijnstraling.

Raimond maakte een begin met het reduceren van 21 cm lijn waarnemingen van het elliptische stelsel NGC4278 nadat eerst een aantal technische problemen uit de weg waren geruimd. De eerste kaart van de totale waterstof inhoud van dit stelsel toonde aan dat het alleruiterste uit de metingen zal moeten worden gehaald om een significant resultaat te krijgen. Een tweede stel metingen met lager oplossend vermogen zal worden gedaan ter verbetering van de signaal/ruis verhouding.

Rots maakte zijn Greenbank H I waarnemingen van bijna 60 grote sterrenstelsels gereed voor publicatie. Dit materiaal belooft enige interessante gegevens op te leveren voor de studie van de integrale eigenschappen van stelsels. Hij voltooide een artikel over een door hem in 1976 in de waterstoflijn ontdekte laat-type stelsel (wellicht onregelmatig) dat zich zo'n $1^{\circ},5$ ten zuid-oosten van IC342 bevindt. De 21 cm lijn waarnemingen gedaan met de 91 m teleskoop van NRAO en de optische gegevens, die hij verkreeg m.b.v. de 1.2 m Schmidt teleskoop op Mt. Palomar, leverden de volgende integrale parameters op: H I massa van $1.6 \times 10^9\ M_\odot$, totale massa van $1.4\ (\pm\ 0.7) \times 10^{10} M_\odot$ en optische helderheid $2\ (\pm 1) \times 10^9\ (L_\odot)_B$. Optisch vertoont het stelsel een balkstructuur, terwijl het H I snelheidsveld rotatie aantoont. Door een aantal reductie-technische problemen kwamen Rots' DLB metingen van een aantal onregelmatige en Magelhaens-achtige stelsels pas aan het eind van het jaar beschikbaar. Samen met Shaver (Groningen) deed hij H109α waarnemingen van M82. Er werd echter geen significante emissie gevonden. Ditzelfde stelsel was het onderwerp van een VLBI-experiment in de 1667 MHz OH lijn. Deze metingen hebben tot doel de bepaling van de plaats van herkomst van de (maser) emissielijn en de OH-absorptie. Voordat tot een analyse van deze metingen kan worden overgegaan moet eerst een VLBI lijn-software pakket van Reid (NRAO) aan de Groningse Cyber computer worden aangepast. Dit is, in een eenvoudige vorm, bijna gereed.

De Bruyn vervolgde zijn op de Hale Observatories begonnen analyse van 2-dimensionale spectroscopische gegevens van een aantal Seyfert stelsels. Voor de twee interessantste en uitvoerig waargenomen stelsels, NGC3516 en Markarian 3, zijn (respectievelijk zullen worden) 21 cm lijnmetingen gedaan met het DLB.

3.2. Radioastronomisch onderzoek aan het Kapteyn Laboratorium te Groningen.

Redactie: W.M. Goss en J.H. van Gorkom

3.2.1. Inleiding.

De belangrijkste gebeurtenis in 1978 voor de Groningse radioastronomen was de komst van een beeldverwerkingssysteem, bestaande uit de Model 70/E Image Computer van International Image Systems/ Stanford Technology Corporation en de RP-3322 Video-Schijf Recorder van Information Processing Systems. Deze apparatuur is aangesloten aan de PDP11/70 multiproject-computer van het Groningse Rekencentrum en zal gebruikt worden voor de analyse van WSRT-gegevens. Het systeem is inmiddels geheel operationeel gemaakt en hard- en software zijn uitvoerig getest. Veel stafleden besteedden een belangrijk deel van hun tijd aan de software ontwikkeling voor deze nieuwe "GIPSY" (Groningen Image Processing System). Enkele waarnemingen, verkregen met het DLB (digital line backend) van de WSRT zijn volledig gereduceerd met Gipsy. De videoschijf heeft zijn nut reeds getoond bij het onderzoeken van snelheidsvelden van melkwegstelsels.

De CDC Cyber 74 blijft in gebruik voor gegevensreductie in batch-mode. Hierop bestaan ook uitgebreide mogelijkheden om gegevens in het u-v vlak te analyseren. Magneetbanden uit Westerbork kunnen rechtstreeks worden gereduceerd.

De eerste waarnemingen met het DLB zijn in 1978 verkregen en gereduceerd. Testmetingen met het DLB van galactische HI absorptie tonen de grote mogelijkheden van de WSRT voor dit soort metingen.

In dit jaar werden twee proefschriften voltooid: "The distribution and kinematics of neutral hydrogen in spiral galaxies of various morphological types" door A. Bosma, en "The dynamics of the spiral galaxy M81" door H.C.D. Visser. Bosma is nu postdoctoral fellow aan de Mount Stromlo and Siding Spring Observatories in Canberra, Australië. Visser is NATO postdoctoral fellow aan de University of California te Berkeley.

P.A. Shaver, die deel uitmaakte van de radiogroep sinds 1974, vertrok in september naar een positie bij de European Southern Observatory in Genève. R. Sancisi verbleef drie maanden als gast op het Institute of Astronomy te Cambridge, en R.D. Ekers vertrok voor een jaar naar Australië (C.S.I.R.O. en Mt. Stromlo).

Bezoekers voor langere tijd, die werkten met de radiogroep, waren A.H. Nelson (Cardiff), W.L.W. Sargent (Caltech), C.R. Subrahmanya (Tata Institute, India), W.T. Sullivan III (University of Washington, Seattle), en A.D. Tubbs (Pittsburgh).

Een hoogtepunt dit jaar was het IAU-URSI colloquium nr. 49: "Formation of Images from Spatial Coherence Functions in Astronomy" gehouden in Groningen van 10 tot 12 augustus 1978. Veel leden van

de groep waren betrokken bij de organisatie en allen gingen er naar toe.

Behalve de WSRT en Dwingeloo-telescoop werden ook andere instrumenten gebruikt, nl. de 100-m telescoop te Effelsberg, de 300-m Arecibo telescoop in Puerto Rico, de VLA bij Socorro, New Mexico, de Fleurs Synthesis Telescope bij Sydney, de 1-m en 3.6-m telescopen van de ESO in La Silla, Chili, de 3.9-m Anglo-Australian Telescope in Siding Spring, Australië, en de 1.2-m Schmidt telescoop op Mt. Palomar.

Een geheel ander hoogtepunt dit jaar was de voltooiing van de film "Onderzoek van de Melkweg" gemaakt door Seth Shostak. De film geeft een overzicht van de ontwikkeling van de radiosterrenkunde in Nederland. De film werd vertoond door de Stichting Teleac. De film zal nu worden verspreid door de Rijksvoorlichtingsdienst en zal Nederland vertegenwoordigen op een filmfestival voor educatieve films in Japan.

In het nu volgende verslag worden voornamelijk waarnemingen met de WSRT beschreven. Bijna al deze metingen zijn nog met het 80-kanaal (lijn/continuum)-systeem gedaan. Betreft het een meting met het DLB dan wordt dit erbij vermeld.

3.2.2. Continuumonderzoek aan nabije melkwegstelsels en radiostelsels met de WSRT.

Surveys van melkwegstelsels; statistische eigenschappen

De statistische verwerking van de gegevens van het survey op 21 cm van heldere melkwegstelsels door Hummel is in een vergevorderd stadium. Naast de in het jaarverslag van 1977 genoemde resultaten betreffende de elliptische stelsels zijn er een aantal duidelijke verbanden gevonden tussen de radiocontinuum en optische eigenschappen van spiraalstelsels.

i) De medianeradiosterkte van een sample van spiraalstelsels is ongeveer evenredig met de gemiddelde optische helderheid van de stelsels in het sample.

ii) De in het jaarverslag 1977 getoonde trend dat het detectiepercentage van spiralen een maximum heeft voor het morfologische type Sbc is bevestigd. Na correcties voor absolute-magnitude effecten worden bij een bepaalde radiosterkte procentueel meer Sbc stelsels gevonden dan vroegere- of latere-type spiralen.

iii) Gaande van vroeg-type naar laat-type spiraalstelsels is er een verschil in de radiocontinuum component welke de totale fluxdichtheid domineert. Vroeg-type stelsels hebben alleen een centrale bron, laat-type stelsels een schijfcomponent. De tussenvorm (beide componenten) komt voornamelijk voor bij Sb- tot Scd-stelsels.

iv) Er is geen verschil in radio-eigenschappen van balkspiralen en niet-balkspiralen.

v) Spiraalstelsels met een kleur (B-V) < 0.5 (blauwe stelsels) hebben een hogere mediane radiosterkte dan de stelsels met (B-V) > 0.7 (rode stelsels).
vi) Spiraalstelsels welke een begeleider hebben, zijn over het algemeen helderder in het radiogebied dan niet-interacterende stelsels. De gegevens rechtvaardigen het vermoeden dat dit vooral een gevolg is van processen in het centrale gebied van de interacterende stelsels.

In de figuren 3.2.1., 3.2.2. en 3.2.3. wordt achtereenvolgens getoond een aantal voorbeelden van 1-dimensionale strips van gedetecteerde stelsels, de fractionele helderheidsfunctie voor spiraal-, SO- en E-stelsels, en de fractionele helderheidsfunctie voor de centrale bronnen van interacterende en niet-interacterende spiraalstelsels.

De statistische verwerking van de achtergrondbronnen, waargenomen tijdens de survey van heldere stelsels, is afgesloten. De resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

i) De achtergrondbronnen in de buurt van heldere melkwegstelsels komen van een populatie van bronnen welke random verdeeld zijn over de hemel.
ii) De dichtheid van achtergrondbronnen is onafhankelijk van het morfologisch type van het stelsel waarop de velden gecentreerd zijn.
iii) De dichtheid van achtergrondbronnen komt overeen met die welke gevonden is in gebieden welke geen heldere stelsels bevatten.

De continuum-eigenschappen van een optisch geselecteerd sample SO-stelsels werden onderzocht door Kotanyi en Hummel. Dit type stelsel wordt weinig gedetecteerd en dan kunnen de radiobronnen meestal geclassificeerd worden als centrale bron. De drie mogelijke SO-stelsels die in meer detail zijn waargenomen, NGC 3665 (nu geclassificeerd als elliptisch stelsel), NGC 3998 en NGC 5353, tonen echter aan dat er behalve een centrale bron ook nog een tweede component kan bestaan.

Spectrale-indexkaarten werden gemaakt van NGC 2841, 5055 en 7331 door combinatie van metingen op 50 en 21 cm door Hummel en Bosma. Alle drie stelsels tonen een steiler worden van het spectrum als men gaat van het centrum naar de rand (zie fig. 3.2.4.). De interpretatie hiervan hangt sterk af van de thermische bijdrage tot de continuumstraling. Metingen met de NRAO 140 ft op 6 cm door Van der Hulst moeten hierover meer informatie geven.

Het elliptische stelsel NGC 3665 werd door Kotanyi in kaart gebracht op 6, 21 en 50 cm. Dit stelsel wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een band van stof in het centrale gedeelte, die lijkt op een ring, vrijwel op zijn kant gezien. De kaart van de radiostraling op 6 cm gesuperponeerd op een optisch beeld van het centrale gedeelte met de stofband wordt getoond in fig. 3.2.5. Zo'n

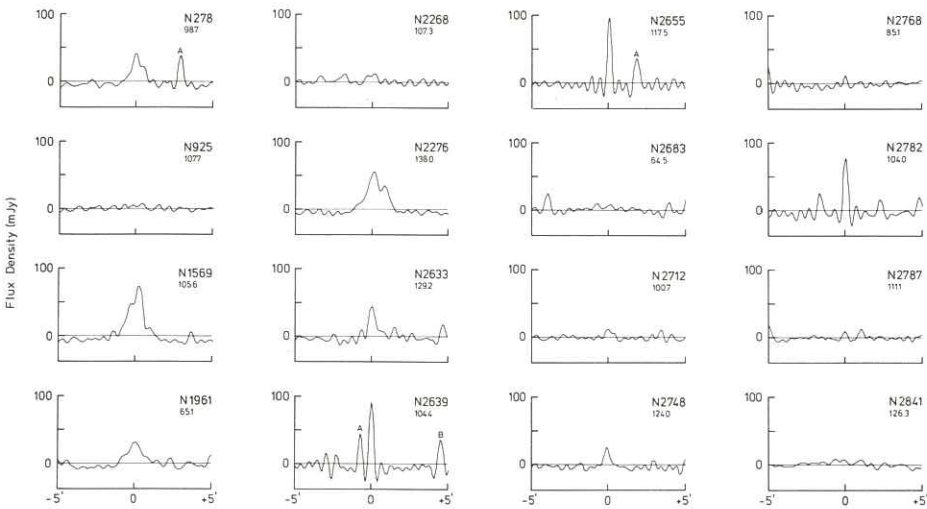


Fig. 3.2.1.

Een aantal voorbeelden van de 1-dimensionale strips van gedetecteerde melkwegstelsels. Langs de horizontale as is de afstand tot het optisch centrum van het stelsel uitgezet, langs de verticale as de gemeten intensiteit. Merk op het verschil in morfologie van de spiraalstelsels NGC 2841 en bv. NGC 2639. De stelsels NGC 2787 en NGC 2768 zijn voorbeelden van resp. een SO- en een E-stelsel.

A number of one-dimensional strip distributions of the detected galaxies in the survey of Hummel. The horizontal axis is the distance from the optical centre. The vertical axis is the measured intensity (mJy). Notice the difference in morphology between the spiral galaxy NGC 2841 and NGC 2639. The galaxies NGC 2787 and NGC 2768 are examples of an SO and an E galaxy.

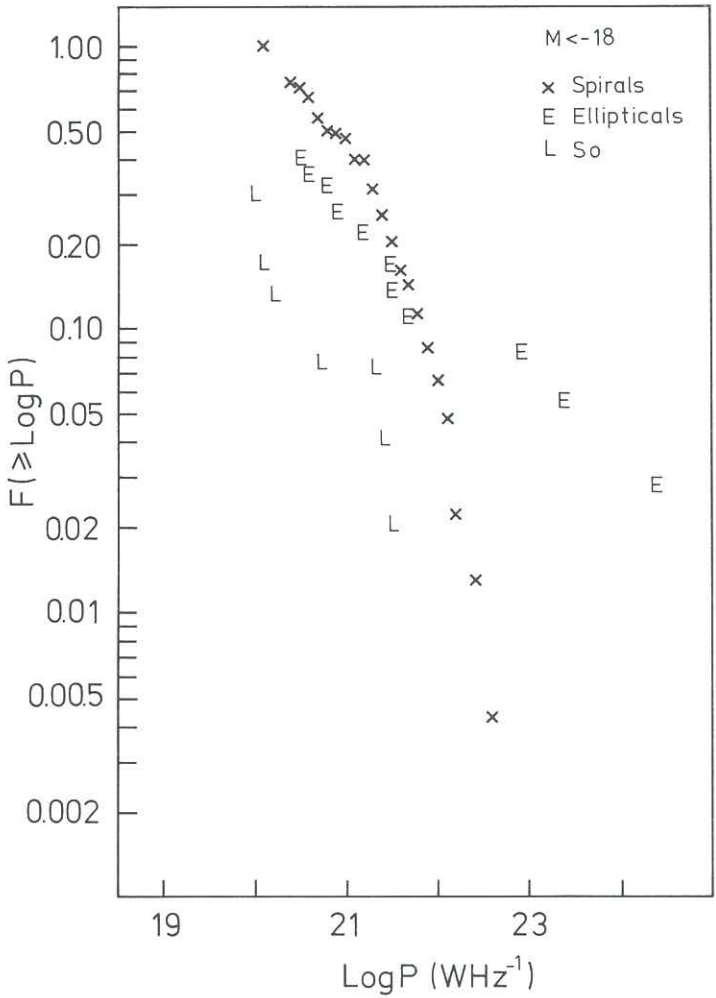


Fig. 3.2.2.

De fractionele helderheidsfunctie voor spiraal-, SO- en E-stelsels. Langs de horizontale as is de logaritme van de totale radiosterkte en langs de vertikale as de fractie van het totale aantal stelsels met een radiosterkte groter dan log (P). Deze grafiek laat zien dat in een optisch geselecteerd sample de hele sterke radiobronnen alleen voorkomen bij elliptische stelsels.

The fractional luminosity function of spiral, SO and E galaxies. The horizontal axis is the log of the total radio intensity and the vertical axis is the fraction of the total number with an intensity greater than log P. From this figure it can be seen that in an optically selected sample, the strongest radio sources are exclusively ellipticals.

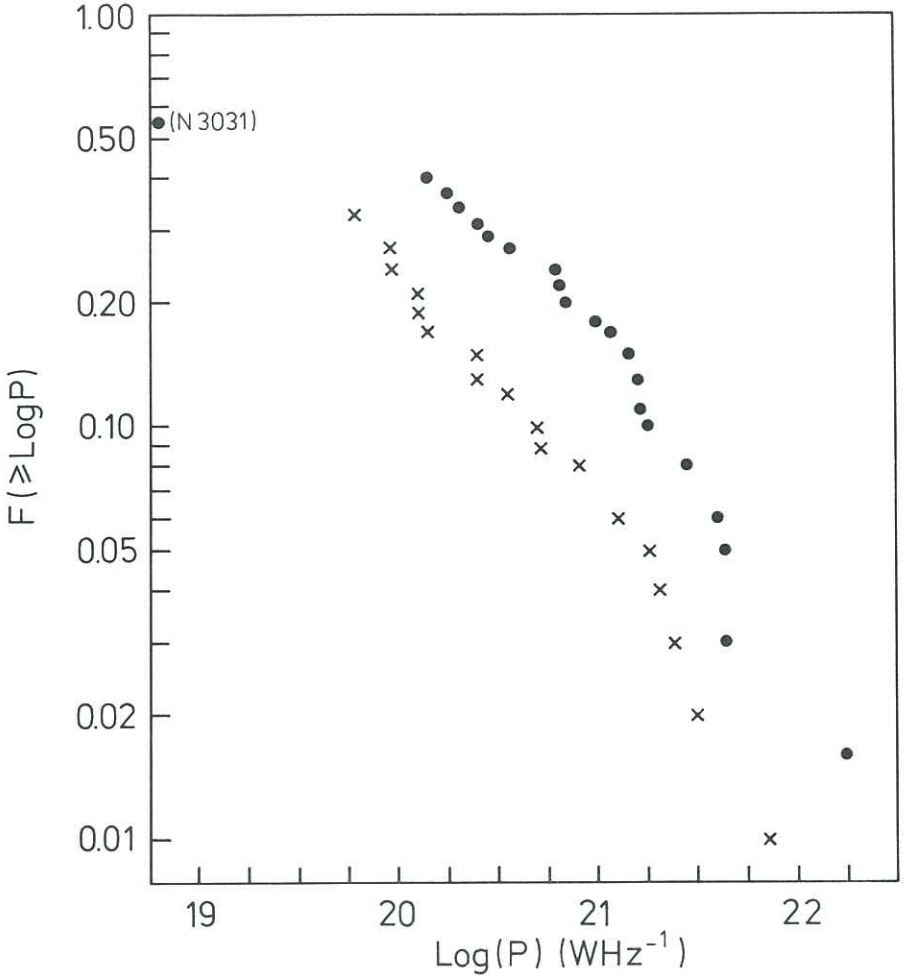


Fig. 3.2.3.
De fractionele helderheidsfunctie voor de centrale bronnen van interacterende (.) en niet-interacterende (x) spiraalstelsels. Langs de horizontale as is de logaritme van de radiosterkte van de centrale bron en langs de vertikale as de fractie van het totale aantal stelsels welke een centrale bron hebben met een radiosterkte groter dan log (P). Het blijkt dat de centrale bronnen van stelsels in paren over het algemeen meer straling uitzenden in het radiogebied dan die van de geïsoleerde stelsels.

The fractional luminosity function for central (nuclear) sources of galaxies in a double system (.) and isolated (x) spiral galaxies (see. Fig. 3.2.2.). It appears that the central sources of double galaxies are more powerful radio sources than the isolated galaxies.

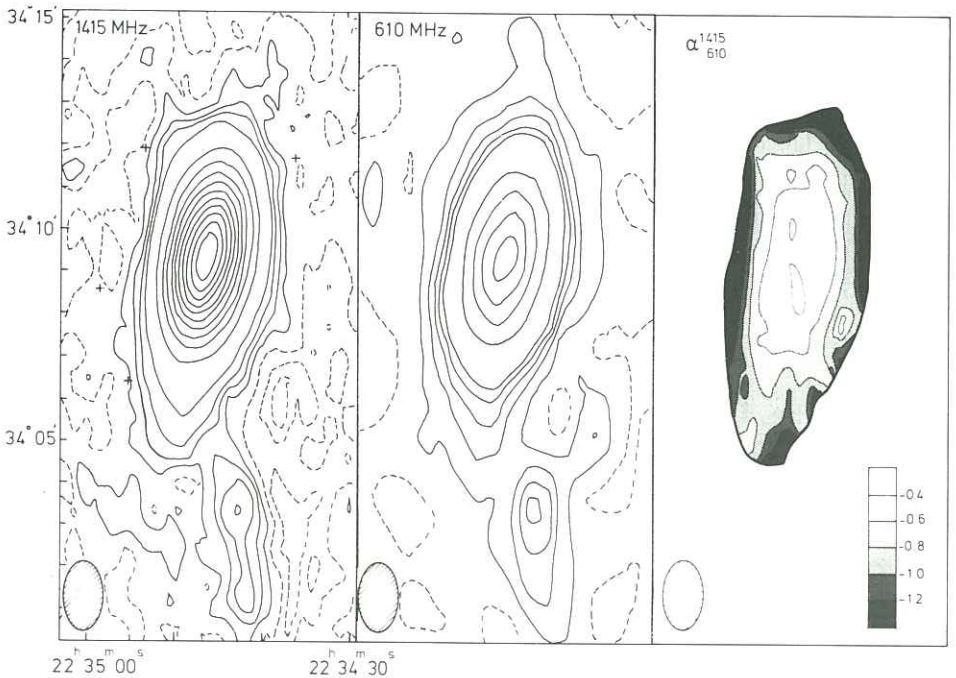


Fig. 3.2.4.

De 21-cm en 50-cm continuumkaarten van het spiraalstelsel NGC 7331 en de daaruit geconstrueerde spectrale indexkaart. Deze laatste is alleen gegeven voor het gebied binnen de 5σ-contour van de 21-cm kaart. De spectrale indexkaart laat duidelijk zien dat het radiospectrum naar de rand toe steiler wordt.

The 21- (left) and 49-cm (middle) maps of the spiral galaxy NGC 7331. On the right the spectral index distribution is shown. From this it is clear that the spectral index steepens near the edge of the galaxy.

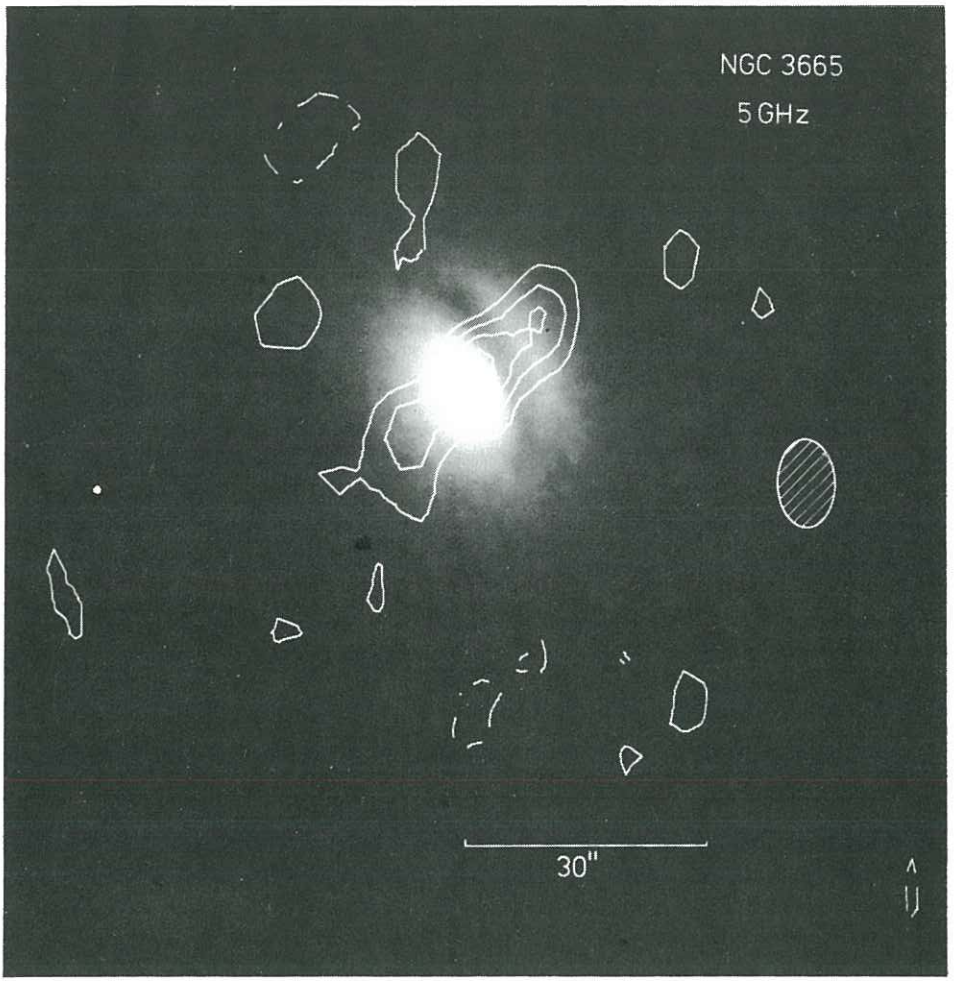


Fig. 3.2.5.
Een 6-cm radiocontinuumkaart van het elliptische stelsel NGC 3665 (Kotanyi). De optische foto toont de schijfcomponent en stof. De hoofdas van de radiostructuur staat nagenoeg loodrecht op de stofband.

A WSRT map of the radio emission of the elliptical galaxy NGC 3665 at 6 cm (5 GHz) (Kotanyi). The optical photograph shows the disk of dust; the radio structure is essentially perpendicular to the dust lane.

ring is ook in Centaurus A, het bekendste radiostelsel, aanwezig en vormt een van de grootste puzzels in dit heel bijzondere melkwegstelsel.

Kotanyi en Ekers maakten een studie van alle tot nu toe bekende radiostelsels met stofbanden in het erbijhorende stelsel. Ze vonden dat de hoofdas van de radiostelsels steeds bijna loodrecht op de stofband staat. De verdeling van de relatieve oriëntaties van stofbanden en radio-assen wordt getoond in fig. 3.2.6. Dit resultaat impliceert dat er een nauw verband is tussen het mechanisme dat leidt tot dubbele radiobronnen en de rotatie-as van het stof.

De studie van uitgebreide radiostelsels uit de B2-catalogus werd voortgezet door Ekers, met Parma, Fanti en Lari uit Bologna. Een nieuwe bron (B 08 28 N 32) is gevonden, die wijst op de aanwezigheid van twee draaiende bundels electronen.

De polarisatie-studie van de staartbron B2 1615+35 is voltooid. De gegevens zijn gebruikt om de verdeling van de rotatiemaat, depolarisatie en oriëntatie van het magnetisch veld te bepalen. Het voornaamste resultaat is een relatief hoge interne electrondichtheid $n_e \sim 2 \times 10^{-3}$ cm^{-3}. Aangezien dit veel hoger is dan de electrondichtheid erbuiten, wordt voorgesteld dat de electronen uit het stelsel zijn gekomen. Hiervoor is een massaverlies van $1 \sim 2$ $M_\odot$/jaar nodig.

Harris, Kapahi en Ekers voltooiden een studie van clusters met staartstelsels. 7 Abell clusters werden waargenomen: A401, A1452, A1775, A2220, A2250, A2255 en A2306. Posities, optische identificaties en kaarten worden gegeven voor alle radiobronnen in de velden van deze clusters. A2255 is bijzonder rijk aan radiobronnen, het bevat nl. 6 radiostelsels.

Het radiostelsel met staart NGC 7385 - PKS2247+11 is door Ekers en Simkin bestudeerd. Het stelsel is in het uv waargenomen met de Palomar-Schmidt telescoop en op 6 cm met de WSRT. De kop van het radiostelsel bevat 2 componenten: een samenvallend met de kern van het elliptische stelsel , de ander - tegenover de staart - valt samen met een optische, blauwe component. De kaart van het stelsel wordt getoond in fig. 3.2.7.

Theoretisch werk

Sanders en Da Costa werkten aan een model voor compacte radiobronnen om de VLBI-waarnemingen van superluminale expansie te verklaren: het sterk-magnetische dipool model. Het model werd toegepast op 3C345. Het bevat injectie van relativistische deeltjes in het centrum van een dipool magneetveld, waar de energiedichtheid in het veld groter is dan de energiedichtheid in de relativistische deeltjes.

Het wolkmodel van dubbele radiobronnen is verder op zijn con-

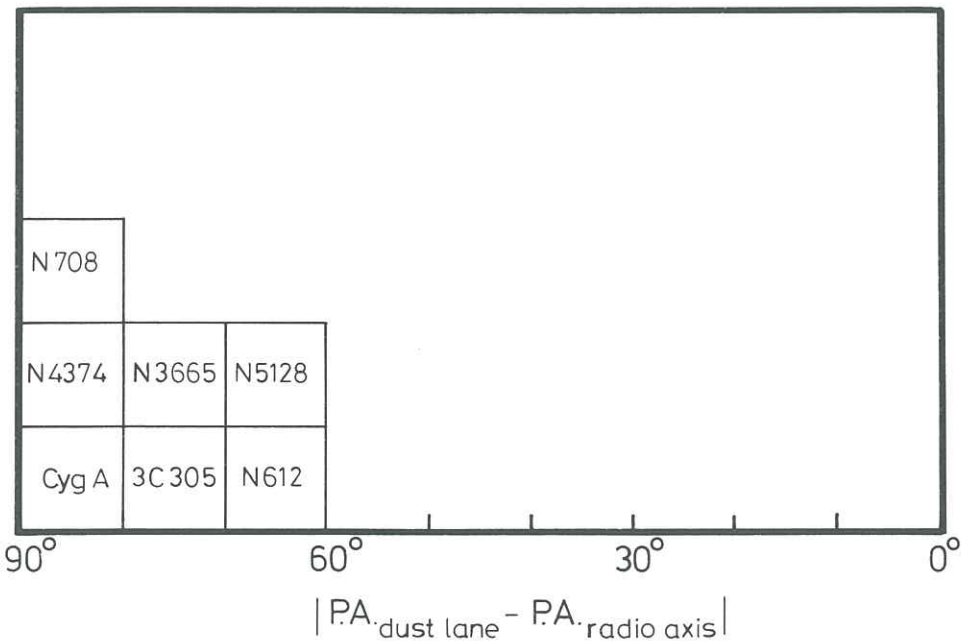


Fig. 3.2.6.

De oriëntatie van de radio-as ten opzichte van de stofband. Dit is gegeven voor 7 stelsels (Ekers en Kotanyi). Het radiocontinuum van NGC 708, NGC 4374 en NGC 3665 is waargenomen met de WSRT. NGC 612 werd in kaart gebracht met behulp van de Fleurs Synthesis Telescope in Australië. In het algemeen staat de hoofdas van de radiostructuur loodrecht op de stofband.

The relative orientations of dust lanes and radio axes for 7 galaxies (Ekers and Kotanyi). The radio maps of NGC 708, NGC 4374, and NGC 3665 were made with the WSRT. NGC 612 was mapped with the Fleurs Synthesis Telescope in Australia. In general the radio structure is more or less perpendicular to the optical dust lane.

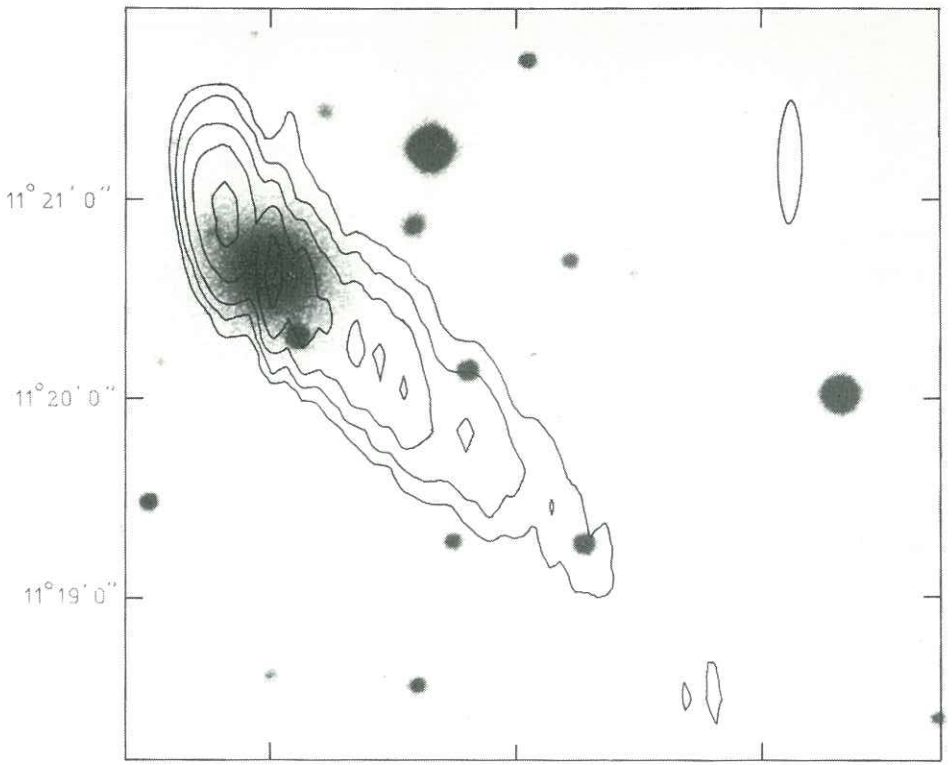


Fig. 3.2.7.
Een 6-cm (5-GHz) kaart van het "kop-staart" radiostelsel NGC 7385 (PKS 2247+11) (Ekers en Simkin). De foto in het UV is gemaakt met de Palomar-Schmidt telescoop. De "kop" van het radiostelsel is opgelost en toont twee componenten: één valt samen met de kern van het E-stelsel en de andere, aan de andere kant van de staart, valt samen met een gebied van hoge intensiteit in het blauwe licht.

A 6-cm (5-GHz) map of the head-tail radio galaxy NGC 7385 (PKS 2247+11) (Ekers and Simkin). The UV photograph is from the Palomar-Schmidt telescope. The head of the radio galaxy is resolved into two components: one is coincident with the nucleus of the E galaxy and the other, on the opposite side of the tail, is associated with a blue knot.

sequenties onderzocht door Nepveu in samenwerking met Kuperus en Kuijpers uit Utrecht. Enkele resultaten zijn:

a) Een "hot spot" vormt zich aan de kop van de wolk als de relativistische electronen niet sterk de thermische en magnetische component domineren.
b) De dynamische druk stript de wolk af, maar houdt zijwaartse expansie tegen. Het remeffect van de rampressure is aanmerkelijk geringer dan altijd is aangenomen.
c) Stralingspatronen zoals waargenomen in echte bronnen kunnen met succes vergeleken worden met de theoretisch berekende. Meervoudige "hot spots" blijken als een soort "zogstraling" van de wolk opgevat te kunnen worden.

3.2.3. Extragalactische HI studies met de WSRT

De bekende groep van sterrenstelsels Stephan's Quintet is door Allen en Sullivan (Seattle) waargenomen bij twee snelheden, 750 km s^{-1} en 6700 km s^{-1}. De resultaten bij lage snelheid laten zien dat NGC 7320 een normaal roterende dwergspiraal is zonder enige verstoringen in het snelheidsveld. Hiermee wordt het vermoeden bevestigd dat dit een voorgrondstelsel is, wat niet dynamisch tot de groep behoort. Bij de hoge snelheden blijkt de waterstof verrassend genoeg ver buiten de stelsels in de intergalactische ruimte naast het Quintet te liggen. Dit is te zien in fig. 3.2.8. Mogelijk zien we hier het gevolg van een botsing tussen stelsels, waarbij het gas naar buiten is geveegd.

NGC 4490/85

De studie van dit onregelmatige dubbelstelsel door Viallefond, Allen en De Boer werd voltooid. Fig. 3.2.9. laat de verdeling zien van de neutrale waterstof. De continuummetingen op 6 en 21 cm geven waardevolle informatie over de HII-gebieden en de niet-thermische straling. Door een zorgvuldige analyse van de HI-profielen is een beeld van de geometrie verkregen dat veel gedetailleerder is dan het ruimtelijk oplossend vermogen van de WSRT toestaat. Modelberekeningen van sterformatie werden aan deze waarnemingen getoetst. De hypothese dat NGC 4490 een jong stelsel is, werd verworpen. De conclusie is, dat het een laat-type stelsel is dat momenteel een periode van intense stervorming doormaakt. Dit is een gevolg van een wisselwerking met NGC 4485, die ongeveer 3-4 x 10^7 jaar geleden is begonnen.

M101

De HI-synthese van dit stelsel heeft al geleid tot 4 publicaties waaraan in 1978 nog twee zijn toegevoegd. Allen en Goss hebben de basisgegevens in de vorm van kanaalcontourkaarten en grijsfoto's ter publicatie aangeboden. Bosma, Goss en Allen hebben het radiale snelheidsveld op verschillende resolutie bestudeerd (zie fig. 3.2.10). De binnendelen van M101 vertonen het regelmatige snelheidsveld van

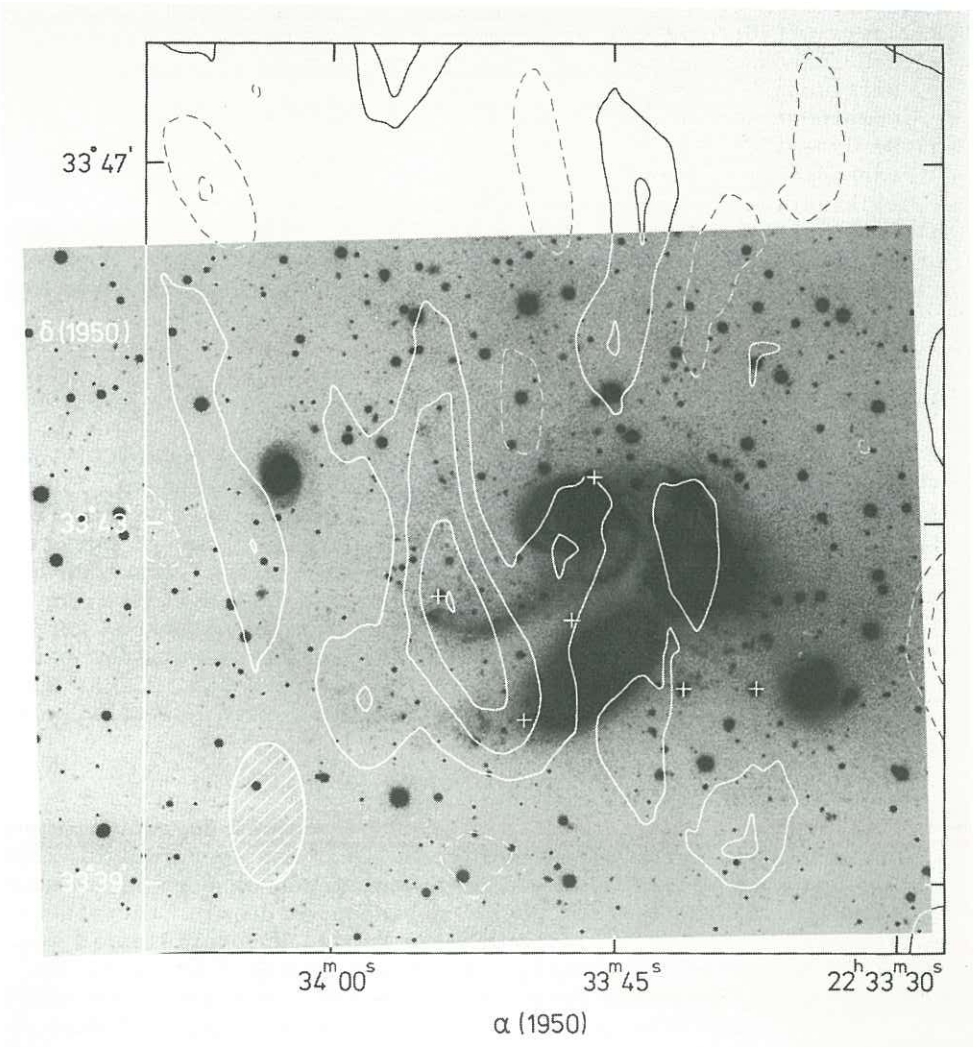


Fig. 3.2.8.
Een lage-resolutie-kaart van de neutrale waterstof in Stephan's Quintet. De HI is de hoge-snelheids-component en is geïntegreerd over het snelheidsinterval van 6572 tot 5533 km s^{-1}. Het contour-interval is 1.8 x 10^{19} atomen cm^{-2}.

Map of the low-resolution total high redshift HI in Stephan's Quintet. The HI is integrated over the interval 6572-6633 km s^{-1} and is superimposed on a KPNO 4-m IIIaJ. Photograph provided by H. Arp. The contour interval is 1.8 x 10^{19} atoms cm^{-2} (Allen and Sullivan).

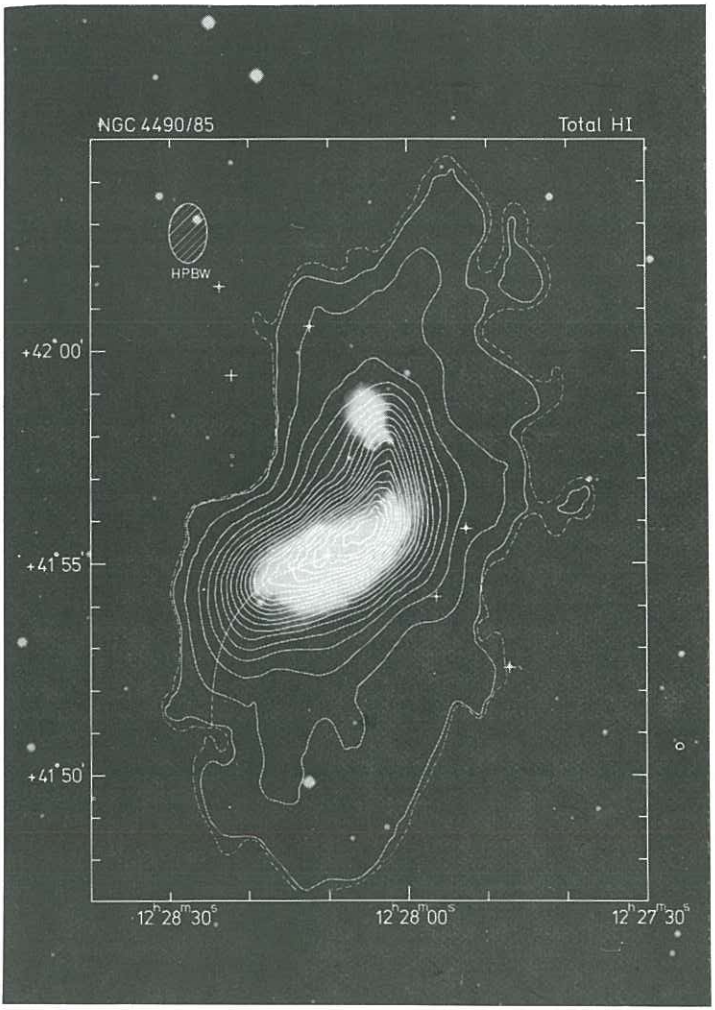


Fig. 3.2.9.

Een kaart van de kolomdichtheid van de HI-atomen in het interacterende systeem NGC 4490/85. Deze kaart is gesuperponeerd op een optische foto (Palomar Sky Survey). De lijn die door het optisch centrum (x) naar het zuidoosten gaat is de hoofdas welke gebruikt is bij het afleiden van de rotatiekrommen van de "verwrongen" schijf (warped disk) van NGC 4490 (Viallefond, Allen en De Boer).

Map of the HI column density in the interacting system NGC 4490/85, superimposed on optical photographs from the Palomar Sky Survey (Viallefond, Allen and De Boer). The curve extending to the south-east of the optical centre (marked with a cross) is the major axis adopted to derive the rotation curve of the warped disk of NGC 4490.

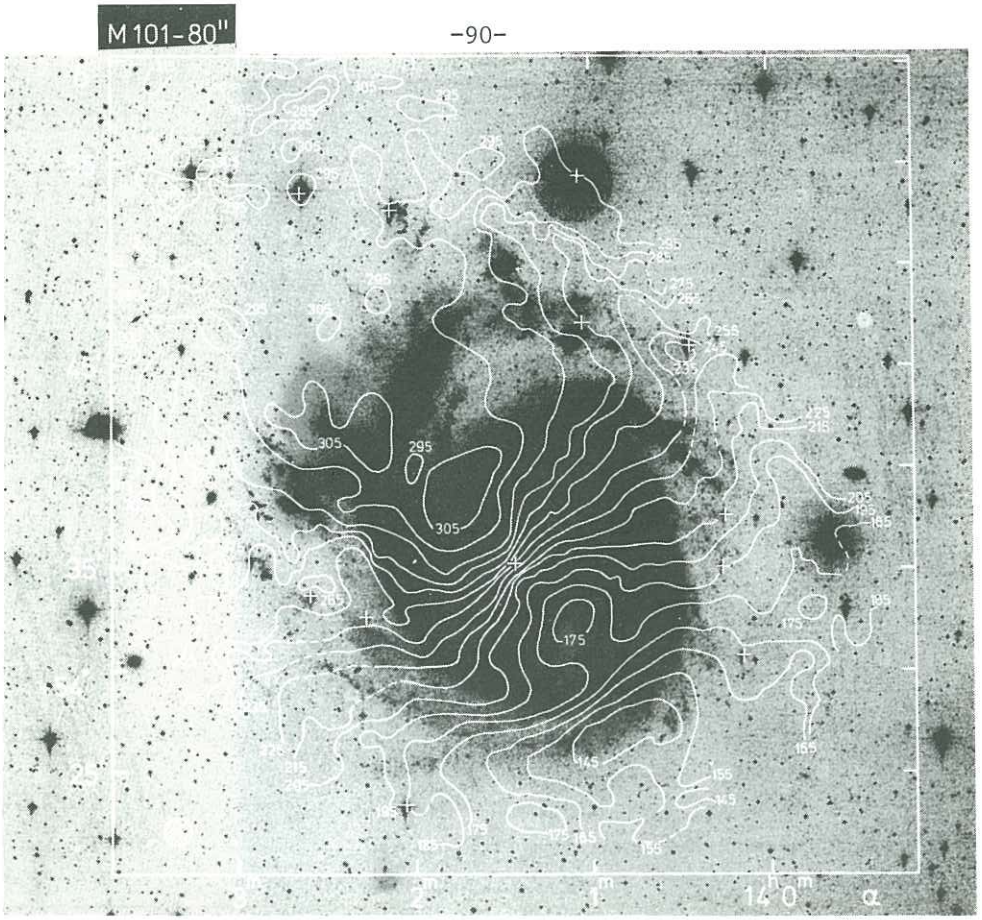


Fig. 3.2.10.

Een kaart van de radiale snelheden van de HI in M101 (Bosma, Goss en Allen), gesuperponeerd op een foto die beschikbaar werd gesteld door G.A. Tammann. Om het snelheidsveld in de gebieden met lage HI kolomdichtheden te kunnen berekenen werd de oorspronkelijke kaart, die een resolutie heeft van 24" x 30", geconvolueerd. De uiteindelijke bundel heeft een resolutie van 80" FWHM. De snelheden zijn berekend met behulp van de "window"-methode zoals die beschreven is door Bosma (1978, proefschrift Groningen).

The radial velocity field of the HI in M101 (Bosma, Goss and Allen) is shown here superposed on a sensitive stacked-plate photograph (kindly made available by G.A. Tammann). The spatial resolution has been degraded from the original value of 24" x 30" to a round beam of 80" FWHM in order to improve the S/N ratio in the faint outer regions of the galaxy and permit computation of the radial velocity there. The velocities have been calculated as intensity-weighted means using the bias-free "window" method as described by Bosma (1978, Thesis, Groningen University).

een stelsel in uniforme rotatie. De buitendelen zijn echter sterk verstoord. De mogelijke associatie van HI-wolken met HII-gebieden werd onderzocht door Viallefond, Goss en Allen. Dit is al een oud probleem wat binnen ons melkwegstelsel moeilijk is op te lossen vanwege confusie door waterstof op voor- en achtergrond. In extragalactische stelsels is het mogelijk te zoeken naar zulke associaties, mits het ruimtelijk oplossend vermogen groot genoeg is. In M101 werd een groot aantal HII-gebieden onderzocht die HI-associaties vertoonden. De associaties lijken reëel te zijn, aangezien de posities en snelheden van de HI gemeten met de WSRT overeenkomen met die van de HII-gebieden, gemeten in de Hα. Een typisch voorbeeld van een associatie in M101 bij NGC 5447 wordt getoond in fig. 3.2.11.

NGC 1275

Er werd een nieuwe poging ondernomen om HI-emissie te detecteren bij +8000 km s^{-1} door Ekers en Van Gorkom. Hiervoor werden de veel betere instrumentele specificaties van het DLB benut. Een speciale calibratie-techniek met schuiven in frequentie werd toegepast om het dynamisch bereik te vergroten. Desondanks werd geen emissie gedetecteerd. De bovenlimiet is teruggebracht tot 10^9 $M_\odot$ aan HI. Dit is nog net te hoog om enige conclusies aan te verbinden.

Dubbele melkwegstelsels

Dit jaar werd begonnen met een onderzoek naar HI-emissie in dubbele melkwegstelsels door Van Moorsel. Het is de bedoeling om van minstens 20 dubbelstelsels de snelheden van de afzonderlijke componenten te bepalen. Hieruit zijn dan de gemiddelde waarde voor de massa en de massa-lichtkracht-verhouding per stelsel te bepalen. Inmiddels zijn al 6 stelsels waargenomen.

Clusters van melkwegstelsels

Voor het waarnemen van waterstof in clusters van melkwegstelsels opent de nieuwe lijnontvanger grote mogelijkheden, omdat het in een keer een snelheidsinterval van 2000 km s^{-1} kan waarnemen. Vier aan elkaar grenzende velden werden waargenomen in de spiraalrijke cluster Abell 262 door Shostak, Van Woerden en Warmels met Disney en Nelson uit Cardiff. Het stelsel UGC (Uppsala General Catalogue) 1387 werd gedetecteerd en is te zien in fig. 3.2.12.

Neutrale waterstof in nabije groepen sterrenstelsels

Sargent, Lo (Caltech) en Sancisi hebben een programma ondernomen om intergalactisch gas in kleine groepen sterrenstelsels te bestuderen. Het bestaan van HI-wolken in kleine groepen stelsels was al aangetoond met de Effelsberg-telescoop. Optisch zijn deze objecten nauwelijks zichtbaar op de Palomar Sky Survey prints. Met het DLB werden twee groepen waargenomen: HoII en begeleider en NGC 4214 en begeleiders. De begeleider van HoII is een van de kleinste melkwegstelsels ooit waargenomen. De HI-structuur lijkt

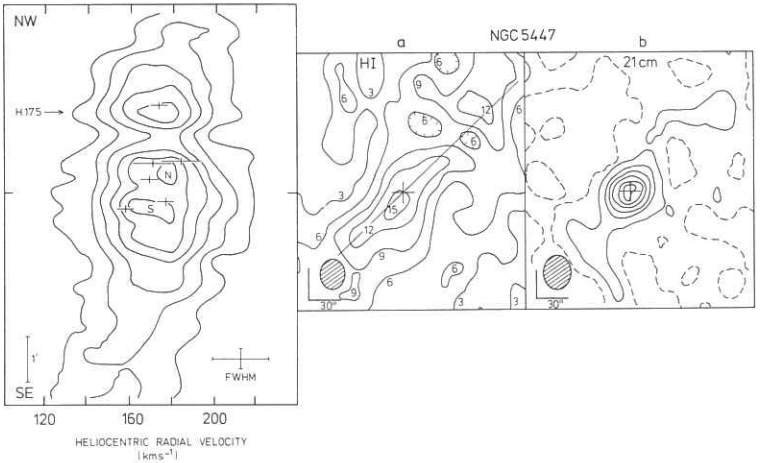


Fig. 3.2.11.

21-cm HI-waarnemingen (WSRT) van het melkwegstelsel M101 (Goss, Viallefond en Allen). Deze waarneming toont de HI welke geassocieerd is met het HII complex NGC 5447. De resolutie is ongeveer 1 kpc. Het rechterpaneel laat het 21-cm continuum zien t.g.v. de vrij-vrij emissie van het HII-gebied. Een kruis geeft de optische positie van het heldere HII-gebied aan. De middelste figuur laat de HI-kolomdichtheid zien die vlakbij het optisch centrum een maximum heeft. Links is een positie-snelheid contourplot gegeven. De snelheid is uitgezet langs de horizontale as en de positie langs de verticale as. De lijn waarlangs deze plot geconstrueerd is, is aangegeven in de middelste figuur (de schalen van de positie komen met elkaar overeen). De snelheden gemeten door middel van Hα-waarnemingen zijn aangeduid met kruisen. De overeenkomst van HI- en Hα-snelheden tonen aan dat de HI en HII in deze gebieden fysisch bij elkaar horen.

21-cm HI observations obtained with the WSRT in the galaxy M101. These observations show details of the HI associated with the HII-region complex NGC 5447 (Goss, Viallefond, and Allen). The linear resolution is about 1 kpc. The 21-cm continuum from the free-free emission of the HII region is shown on the right. The cross is the optical position of the bright HII region. In the middle is the HI column density which exhibits a peak near the centre of the optical complex. A position velocity contour plot is shown on the left. The horizontal axis is the velocity scale and the vertical axis is the angular scale. The position of this scan is indicated in the middle Figure (the angular scales correspond). The optical Hα velocities are shown as crosses. The near equality of the HI and HII velocities establishes the reality of the physical association of the HI and HII complexes.

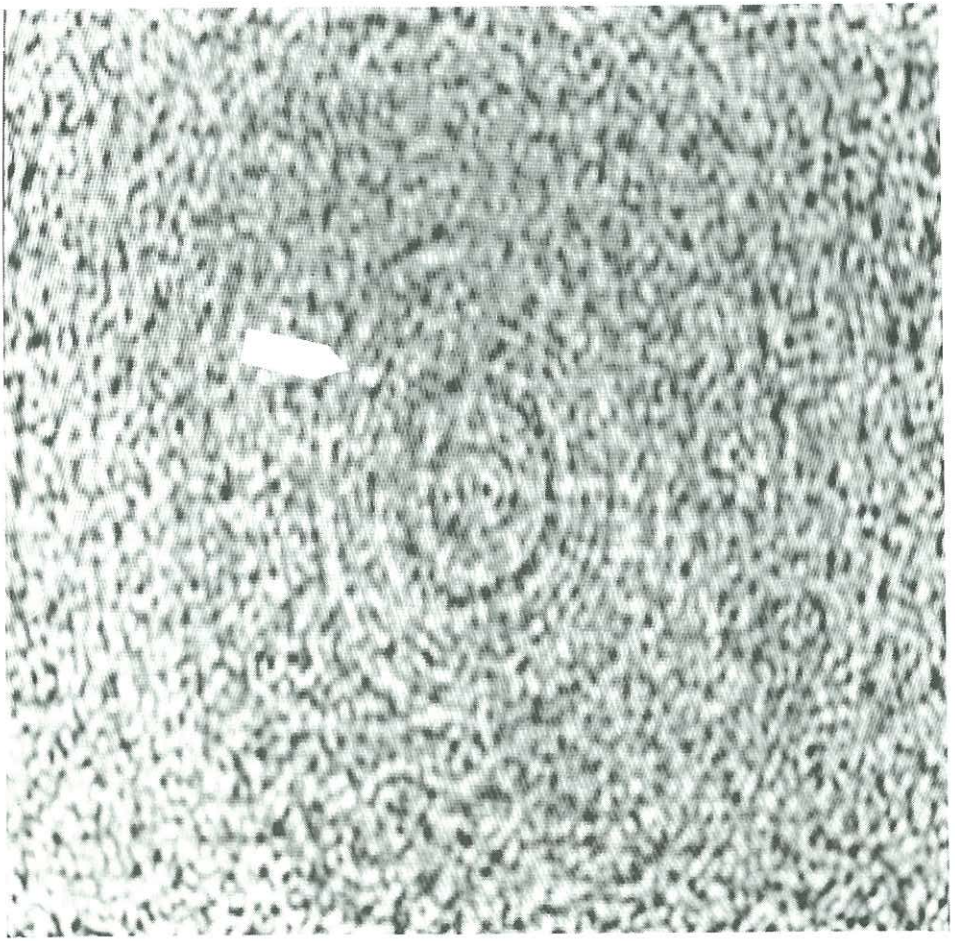


Fig. 3.2.12.

De detectie van het neutrale waterstof (pijl) van het stelsel UCG 1387 dat een optische magnitude heeft van 15.4. Het stelsel bevindt zich in Abell 262, een cluster die veel spiraalstelsels bevat, en heeft een radiale snelheid van 4630 km s^{-1}. Deze waarneming is gedaan met de Digitale-Lijn-Ontvanger (DLB) van de WSRT. De foto is gemaakt met behulp van het beeldverwerkingssysteem te Groningen. Dit systeem heeft de bijnaam GIPSY (Groningen Image Processing System) (Shostak, Van Woerden, Warmels, Disney en Nelson).

WSRT DLB (Digital Line Backend) 21-cm map showing detection of HI (arrow) in the 15.4 magnitude galaxy UGC 1387 (Shostak, Van Woerden, Warmels, Disney and Nelson). This galaxy is located in the spiral-rich cluster Abell 262 and has a radial velocity of 4630 km s^{-1}. Photograph from the Groningen Image Processing System (GIPSY).

op die van een doughnut met het optisch object precies in de richting van het neutrale waterstofgat. De gasring roteert zeer langzaam met een snelheid van ~ 3 km s^{-1}. Dit is een factor 2 kleiner dan de random bewegingen. De HI massa/licht-verhouding (~ 10) is een van de hoogste ooit gevonden (in normale en onregelmatige stelsels ligt het tussen 0.1 en 1). Dit blijkt een extreem geval te zijn van een onregelmatig stelsel met een zeer hoge gasinhoud in vergelijking met de hoeveelheid licht.

Een eerste reductie van NGC 4214 en begeleiders laat zien dat de neutrale waterstof in NGC 4214 veel meer uitgestrekt is dan het optische beeld. HI-emissie is ook gedetecteerd in NGC 4190 (zie fig. 3.2.13). Er is tot nu toe geen gas gedetecteerd tussen deze stelsels.

De gedetailleerde bestudering van gasverdeling en eigenschappen van de onregelmatige stelsels HoII en NGC 4214 zal door Van Woerden en Rots worden gedaan.

Balkspiralen

Balkspiralen vormen nog steeds een dynamisch raadsel. Tot nu toe zijn in Westerbork slechts een paar van deze stelsels waargenomen. De uitgebreide HI-studie van NGC 5383 is afgerond en een artikel van Sancisi, Allen en Sullivan is in druk. In aanvulling hierop heeft Sanders theoretisch werk aan de gasdynamica van deze stelsels gedaan. Hij heeft een aantal computermodellen geproduceerd, waarin de gasverdeling en snelheidsvelden in uitstekende overeenstemming zijn met de waarnemingen van NGC 5383. In het bijzonder de gemeten afwijkingen van cirkelbeweging in het gas worden door de modellen goed gereproduceerd.

3.2.4. Galactisch onderzoek met de WSRT

Radiorecombinatielijnen

De straling van de H109α-recombinatielijn is in kaart gebracht van de helderste delen van de reusachtige HII-gebieden W49A en W51. Figuren 3.2.14. laat de continuum- en lijnstraling van W51 zien. De voornaamste resultaten zijn:

a) Compacte componenten binnen een gebied vertonen onderlinge snelheidsverschillen tot 10 km s^{-1}.
b) De meest compacte componenten hebben de laagste lijn tot continuumverhouding en brede profielen. Dit kan verklaard worden door drukverbreding.
c) De hoge lijn tot continuumverhouding in W51 b is een duidelijke aanwijzing dat gestimuleerde emissie optreedt. Het onderzoek wordt gedaan door Van Gorkom, Goss, Harten (Dwingeloo), Schwarz en Shaver.

HI-absorptie

De digitale lijnontvanger maakt de WSRT nu geschikt om absorptie door de neutrale waterstof in ons melkwegstelsel te meten.

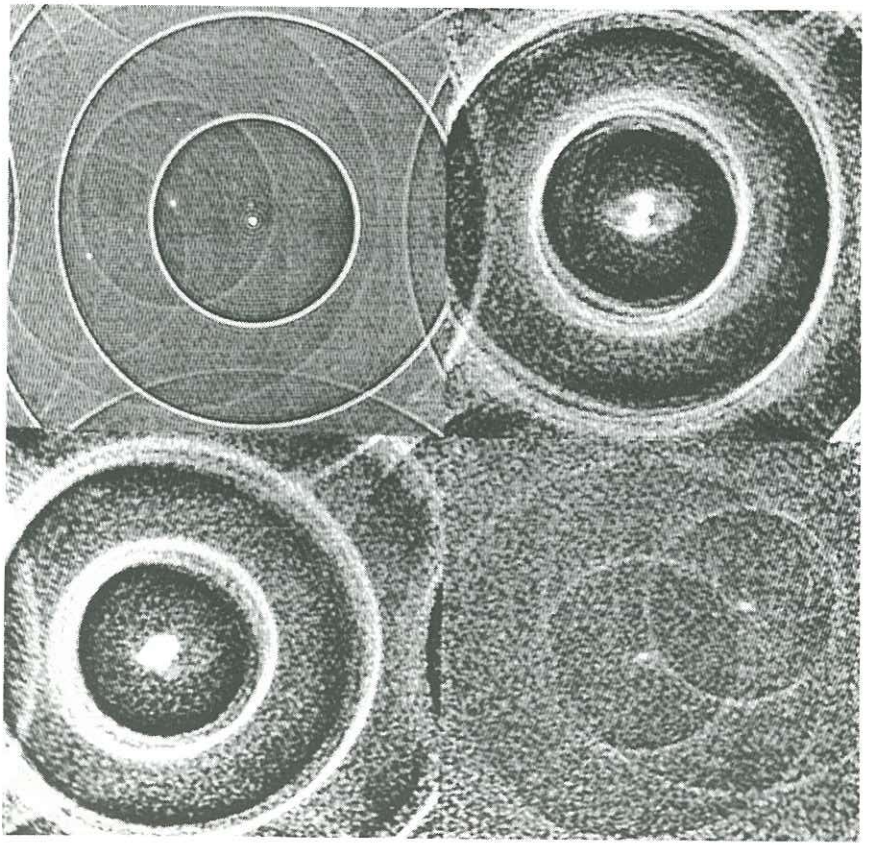


Fig. 3.2.13.
De DLB 21-cm waarnemingen van het veld rond het stelsel NGC 4214 (Sancisi, Lo, Sargent, Rots en Van Woerden). De waarnemingen zijn gereduceerd met GIPSY. De kaart links boven laat het radio-continuum zien. De drie overige kaarten zijn kanaalkaarten van de HI waarvan het continuum afgetrokken is. De sterke uitgebreide bron in het centrum is de HI van het onregelmatige stelsel NGC 4214. Dit stelsel heeft relatief veel HI. Het dwergstelsel NGC 4190 is ook gedetecteerd en is te zien op de kaart die rechtsonder staat. Het bevindt zich rechts van het centrum van de kaart.

The DLB 21-cm line observations of the NGC 4214 field (Sancisi, Lo, Sargent, Rots and Van Woerden), using GIPSY. The map in the upper left shows the radio continuum (an average over 30 channels). The other three maps are channel maps of HI after subtraction of the continuum. The strong extended source in the centre is the HI associated with the irregular galaxy NGC 4214; this galaxy has a large fractional content of HI. The 20' arc rings and the aliasing are quite clear. In the lower right map the weak source to the right of the centre is the dwarf galaxy NGC 4190.

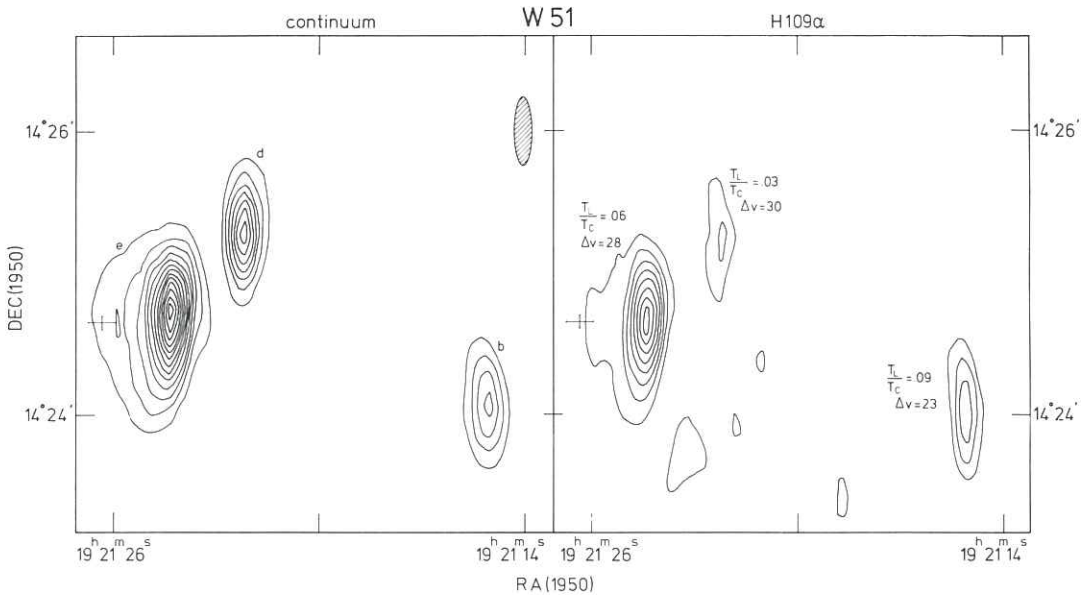


Fig. 3.2.14.

Contourkaarten van de 5-GHz straling van compacte HII-gebieden in het W51-complex (Van Gorkom, Goss, Harten, Schwarz en Shaver). In de linker figuur het continuum, in de rechter figuur de H109α-emissie bij een snelheid van 63 km s^{-1}. Bij elke component is de verhouding gegeven van lijn- en continuum-emissie en ook de breedte van het lijnprofiel. Interessant is de component die een lijn-continuum-verhouding heeft van 0.09. Dit duidt op gestimuleerde emissie van dit HII-gebied en het zou het eerste HII-gebied kunnen zijn waar dit onomstotelijk gedetecteerd is.

Contour maps of observations of compact HII regions in W51 made at 5009 MHz with the WSRT (Van Gorkom, Goss, Harten, Schwarz and Shaver). Left the continuum, right the H109α-line emission at a velocity of V ≈ 63 km s^{-1}. For each component the line-to-continuum ratio and line width are indicated. Note the component which has a line-to-continuum ratio of 0.09; this is perhaps the first HII region where stimulated emission has been unambiguously detected.

Absorptiemetingen werden gedaan in de richting van CL4 door Goss, Van Gorkom en Shaver. CL4 is een puntbron dichtbij het centrum van de galactische supernovarest, de Cygnus-Lus. De bron heeft een vlak continuumspectrum en is variabel. Verschillende auteurs hebben gesuggereerd dat de bron galactisch is en mogelijk geassocieerd met de Cygnus-Lus. Een eerdere poging om met Cambridge HI-absorptie in CL4 te detecteren mislukte. Dit negatieve resultaat versterkte de mening dat CL4 galactisch is. De nieuwe metingen met de WSRT worden getoond in fig. 3.2.15. De HI-emissie (a) werd waargenomen met Dwingeloo, terwijl de absorptie (b en c) werd waargenomen met de WSRT. Hoewel de continuumbron tamelijk zwak is, 485 mJy, zien we een sterke absorptielijn bij 0.5 km s^{-1}. De snelheidsresolutie is 1.2 km s^{-1}. Deze resultaten zijn consistent met een extragalactische oorsprong van CL4. Deze waarneming toont de superieure mogelijkheden van de WSRT voor HI-absorptiemetingen.

HI-emissie

De hoge snelheidswolk HVC 132.23-211 werd waargenomen door Schwarz, Hulsbosch (Nijmegen) en Van Woerden. Eerdere metingen van deze wolk laten een filamentvormige bron met enkele condensaties zien. Uit metingen met enkelvoudige telescopen blijkt dat de snelheidsdispersie in de kern veel kleiner is (5 km s^{-1}) dan van de gehele wolk (16 km s^{-1}). Het veel hogere scheidend vermogen in snelheid van de DLB is nu gebruikt om de kern opnieuw te meten. In Fig. 3.2.16. is het kanaal op de piek van het snelheidsprofiel afgebeeld. De resolutie in snelheid is 2 km s^{-1}

Continuumstudies

De supernovarest G 84.2-0.8 werd op 21 cm waargenomen met de WSRT en op 11 cm met de Effelsberg-telescoop door Matthews (Bonn), Shaver en Salter (Bonn). De 21-cm kaart wordt getoond in fig. 3.2.17. De rug van emissie bij RA $20^h51^m50^s$ heeft verreweg de sterkste polarisatie (10%). Dit impliceert dat het magneetveld langs de rug ligt. Mogelijkerwijs is er een verband met de puntbron aan het noordelijk uiteinde.

Theoretisch werk

Shaver schreef een drietal artikelen over de interpretatie van metingen van recombinatielijnen in HII-gebieden. Hij benadrukt het belang van drukverbreding en laat zien dat gestimuleerde emissie nauwelijks een rol speelt. In het bijzonder de in het algemeen lage verhouding van de H137β/H109α is waarschijnlijk het gevolg van drukverbreding en niet van gestimuleerde emissie.

Sgr A

De compacte bron in Sgr A werd door Ekers en Sanders waargenomen met het DLB. Aangezien deze emissie misschien verband houdt met een zeer compact object (b.v. een zwart gat) werden speciale waarnemingen gedaan om te zoeken naar veranderingen op korte tijdschaal. Geen veranderingen groter dan 15% worden gezien op tijd-

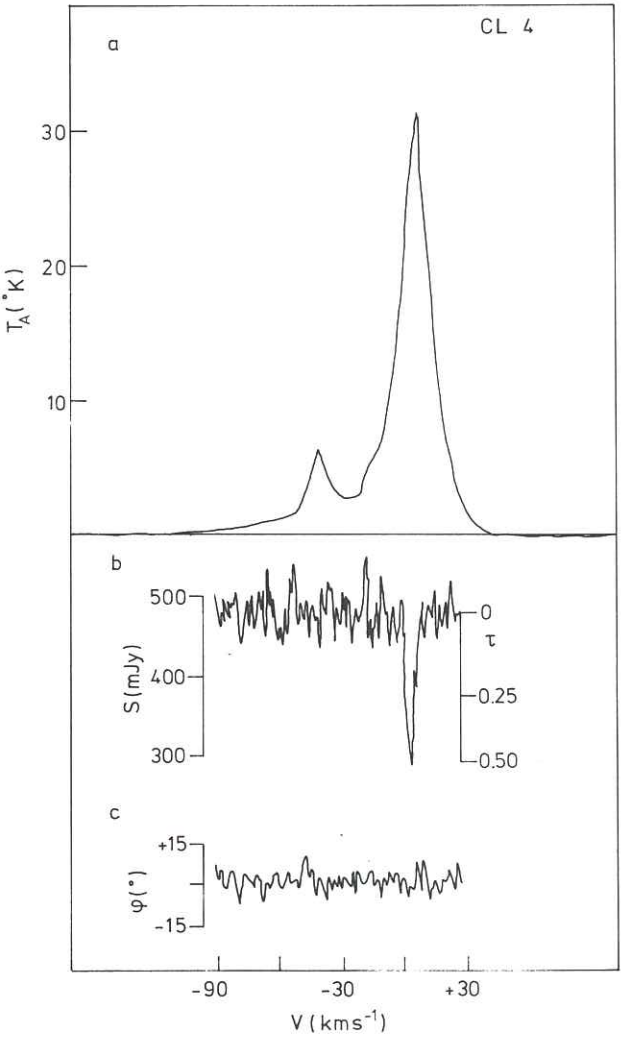


Fig. 3.2.15.
Dwingeloo- en WSRT-metingen van HI in de richting van CL4, een puntbron bij het centrum van het overblijfsel van de supernova in Cygnus. De figuur laat de HI-emissie (a) en de absorptie (b en c) profielen zien. De resultaten zijn consistent met het extragalactisch zijn van de bron CL4 (Goss, Van Gorkom en Shaver).

Dwingeloo and WSRT measurements of the HI line in the direction of CL4, a point source near the centre of the Cygnus Loop (Goss, Van Gorkom and Shaver). The Dwingeloo HI emission (a) and WSRT absorption (b and c) profiles (DLB) are shown. These results are consistent with an extragalactic origin of CL4.

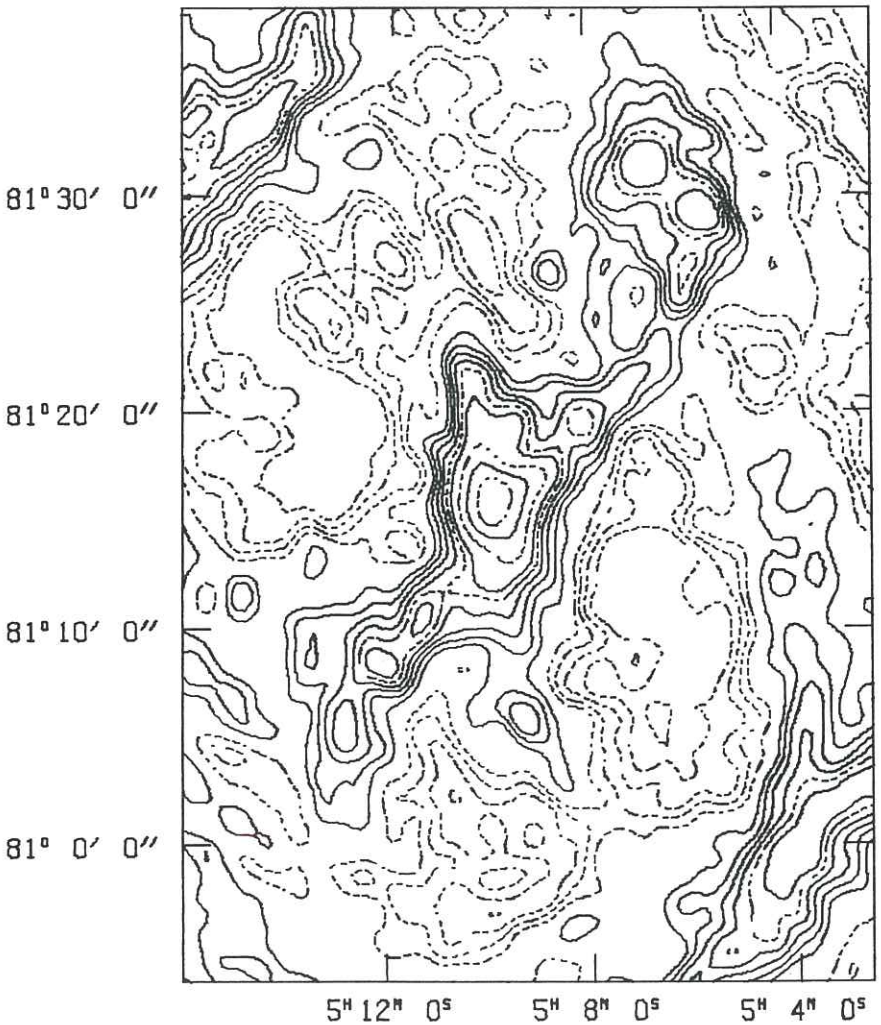


Fig. 3.2.16.

Een WSRT-DLB-kaart van de hoge-snelheidswolk HVC 132.23-211 (Schwarz, Van Woerden en Hulsbosch). De snelheidsresolutie is 2 km s^{-1}, de centrale snelheid -210 km s^{-1} en de bundel heeft een breedte van 1!5 x 1!5. De oorspronkelijke kaart heeft een resolutie van ∿25".

A WSRT DLB map of the high-velocity cloud (HVC 132.23-211) (Schwarz, Van Woerden and Hulsbosch). The velocity resolution is 2 km s^{-1} at a central velocity of -210 km s^{-1}. The original maps (resolution ∿25" arc) have been smoothed to a resolution of 1!5 x 1!5 arc.

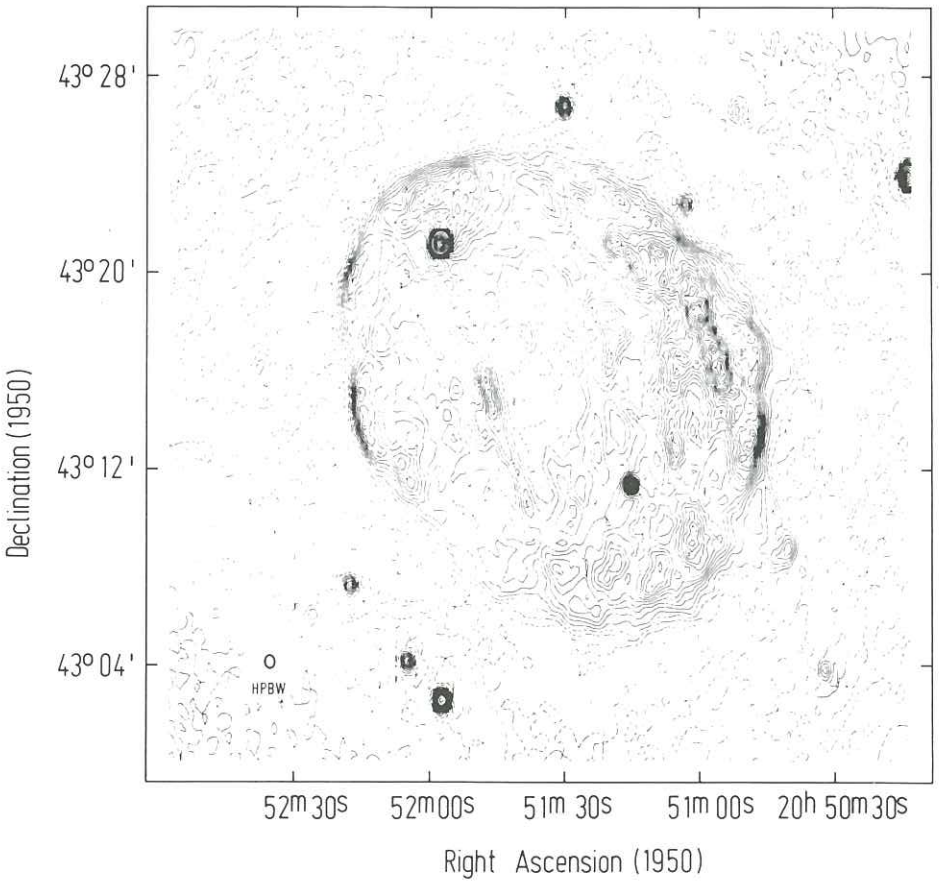


Fig. 3.2.17.
Een 21-cm WSRT-kaart van de supernovarest G84.2-0.8. Deze bevindt zich vlakbij de Noord-Amerika Nevel in Cygnus. Het emissiegebied links van het centrum is over ongeveer 10% gepolariseerd. Hieruit leidt men af, dat het magneetveld evenwijdig loopt aan het emissiegebied.

A 21-cm WSRT map of the supernova remnant G84.2-0.8 near the North American Nebula in Cygnus (Matthews, Shaver and Salter). The ridge of emission to the left of centre is about 10% polarized with the implied orientation of the magnetic field aligned along the filament.

schalen tussen 30 sec en enige dagen.

3.2.5. Diversen

3.2.5.1. Oppervlakte-fotometrie van nabije stelsels

Van der Kruit voltooide de analyse van de oppervlakte-fotometrie van spiraalstelsels met behulp van diepe platen met de Palomar 48-inch, opgenomen door hem en Bosma. De digitalisatie met de Leidse Astroscan werkt zeer bevredigend.

Voor de vijf stelsels NGC 2841, 3198, 4258, 5033 en 5055, die uitgebreid in Westerbork zijn bestudeerd, zijn uit de fotometrie radiale helderheidsprofielen bepaald. Voor NGC 5055 is dit aangevuld met fotometrie in de F-band (5900 - 6900 Å) en is gevonden dat juist buiten het radiale gebied van klassieke spiraalstructuur de kleur roder wordt. De resultaten zijn gecombineerd met de massamodellen uit de Westerborkgegevens. Bosma en Van der Kruit concluderen dat de massa tot lichtverhouding toeneemt in de buitendelen van stelsels en dat dit gedeeltelijk het gevolg moet zijn van een veranderende samenstelling van sterren. In de buitendelen werden en worden kennelijk geen zware sterren gevormd.

Het optische gedeelte van de Palomar-Westerbork survey werd door Van der Kruit en Searle (Hale Observatories, California) op gang gebracht. De eerste 15 waarneemnachten werden voornamelijk besteed aan het checken van procedures.

3.2.5.2. Studies met de Dwingeloo Radiotelescoop

Interstellaire wolken met abnormale snelheden

Smeding, Pottasch, Shostak en Van Woerden deden zeer gevoelige waarnemingen aan interstellaire wolken. Optische spectra van de sterren κ en ζ Ori en ρ Leo tonen absorptie door calcium-ionen in interstellaire wolken met abnormale snelheden. Gezocht werd naar corresponderende componenten in de waterstoflijn bij 21 cm. De waarnemingen leverden een lage bovengrens: 0.1 K; de wolken moeten klein zijn of heel dun.

Calibratiestandaard

Shostak en Allen zetten hun metingen van accurate HI-profielen voort. Een artikel met nauwkeurige 21-cm spectra voor vier kleine stelsels is in druk, een tweede met spectra van acht nabije stelsels is ter publicatie aangeboden.

3.2.5.3. Instrumentatie

Fasecalibratie van DLB

De fasecalibratie van de digitale lijnontvanger werd onderzocht

in een serie testmetingen door Goss en Raimond (SRZM). Zij bekeken het probleem van metingen die galactische HI-emissie bevatten. Hierbij treden twee moeilijkheden op:
1) veel calibratoren bevatten absorptielijnen bij $\sim$0 km s^{-1}.
2) voor alle calibratoren bevatten de korte basislijnen HI-emissie.
Voor galactische absorptiemetingen is er nog een extra probleem: de frequentie-bandbreedtes zijn zo smal dat zeer lange calibratietijden nodig zijn om voldoende signaal-tot-ruis-verhouding te krijgen. In de testmetingen werd onderzocht hoe goed men de fase kan extrapoleren naar andere frequenties. Een typisch voorbeeld van een testmeting wordt getoond in fig. 3.2.18. (a, b, c). De resultaten kunnen als volgt worden samengevat.
1) Over 20 MHz bij 1400 MHz is de verandering van fase lineair met frequentie, voor waarnemingen bij 0 km s^{-1} kan de fase worden geinterpoleerd tot $\pm 1^{o}$.
2) De toename in systeemtemperatuur tengevolge van galactische HI-emissie leidt tot een uniforme compressie over het spectrum. Om hiervoor te corrigeren moet de systeemtemperatuur per telescoop bepaald worden.
3) De relatieve amplitude en fase van de 312.5-kHz spectra zijn constant in tijd (over 40 dagen). Dit impliceert dat punt voor punt calibratie (in freq.) niet noodzakelijk is voor dit soort metingen.

3.2.5.4. Waarnemingen met andere telescopen

Twee groepen gebruikten de VLA (Very Large Array) van de National Radio Astronomy Observatory in Socorro, New Mexico. Ekers, Goss, Danziger (ESO) en Israel (Caltech) namen drie supernovaresten waar in M33. Twee van de drie werden gedetecteerd en hun afmetingen bepaald. In twee uitgebreide radiobronnen werden op 6 cm compacte componenten in de kern gedetecteerd: NGC 612 en PKS 0521-36. Kotanyi en Van der Hulst (NRAO en Minnesota) namen de kernen van NGC 708, NGC 3665 en NGC 4472 waar. De kernen van alle drie werden gedetecteerd op 6 cm. De kern van NGC 4472 heeft een afmeting van 4" x 2" met verlenging in dezelfde richting als de dubbelbron van 1'.7. De twee andere kernen waren onopgelost (<0".03).

Arecibo

Shaver en Churchwell (Wisconsin) zochten naar extragalactische recombinatielijnen in melkwegstelsels en quasars op 21 cm. Mogelijk werd NGC 4631 gedetecteerd. Shostak en Peterson namen vijf elliptische stelsels waar op zoek naar HI-emissie. Stephan's Quintet werd ook waargenomen.

AAT (Anglo-Australian Telescope) en ESO

Shaver met Danks en Wamsteker (ESO) gebruikten de 1-m telescoop om de volgende HII-gebieden in het nabije infrarood te bestuderen: G305.4+0.2, RCW 36, RCW 92 en M20. Ze bestudeerden de exciterende sterren en excitatieparameters van de HII-gebieden. Van Woerden, Danks en Lautsten (ESO) namen het SO-stelsel NGC 5102 waar met de

Fig. 3.2.18.

DLB-waarnemingen van de galactische HI-absorptielijnen in de richting van de extragalactische radiobron 3C147 (Goss en Raimond). De bandbreedte is 312.5 kHz en er werd gemeten bij 127 frequentiepunten wat resulteerde in een snelheidsresolutie van 2.93 kHz (0.42 km s^{-1}). De getoonde spectra zijn niet geijkt en de amplitudeschaal is in willekeurige eenheden. Voor de spectra zijn de gemiddelden van de individuele interferometers gebruikt en de integratietijd per interferometer is 54 minuten. De nauwe lijn heeft een snelheid van -8.3 km s^{-1} (LSR), de brede lijn 1 is gecentreerd rond 0.1 km s^{-1}.

a) de 36-m interferometer. Dit spectrum laat de HI-emissie zien, het fasespectrum is een functie van uurhoek.

b) de 72-m interferometer. De HI-emissie is niet langer te zien omdat het opgelost is.

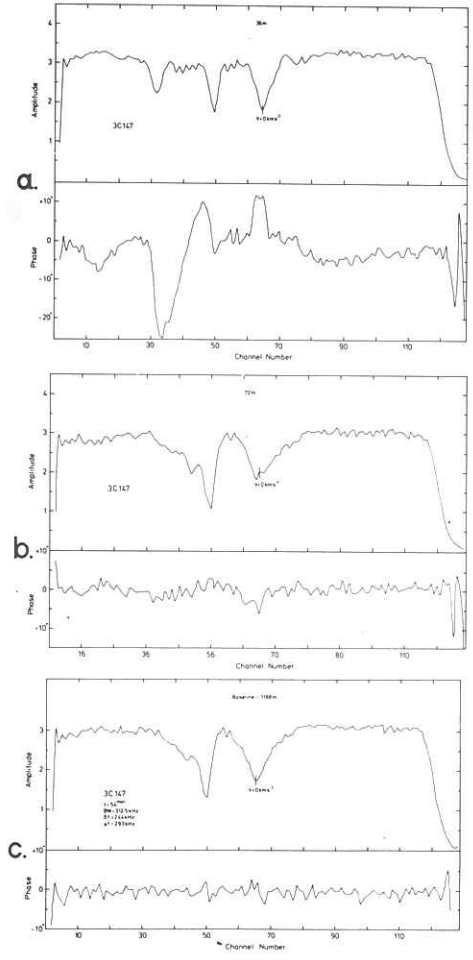
c) de overige 18 interferometers geven resultaten die te vergelijken zijn met b). De resultaten verkregen met de 1188-m interferometer zijn ook gegeven.

Observations of the galactic HI absorption lines in the direction of the extragalactic radio source 3C147 (Goss and Raimond). The DLB with a total bandwidth of 312.5 kHz and 127 frequency points was used. The spectra are uncalibrated; the amplitude scale is in arbitrary units. The channel separation is 2.44 kHz and the velocity resolution is 2.93 kHz (0.62 km s^{-1}). These are averages of individual interferometers (single polarization) after a 54-minute integration. 20 interferometers were used. The narrow line has a velocity of -8.3 km s^{-1} (LSR) and the broader line is centred at 0.1 km s^{-1}.

(a) 36-m interferometer. This shows the obvious effects of HI emission, the phase spectrum changes as a function of hour angle.

(b) 72-m interferometer. The HI emission is essentially resolved out at this baseline.

(c) The remaining 18 interferometers show similar shapes to (b). A long-spacing (1188-m) interferometer is also shown.



3.6-m telescoop. Dichtbij de kern vertonen zich stoflanen en ook tegen de schijf tekenen zich een aantal stofwolken af.

Hawarden (Edingburgh), Van Woerden, Goss, Mebold (Bonn) en Peterson (Anglo-Australian Observatory) voltooiden de discussie van het sterrenstelselpaar NGC 1510-12, gebaseerd op metingen met de telescopen van Parkes en Siding Spring. Waterstofmetingen en diepe Schmidt-foto's laten zien, dat het vroeg-type balk-ring-stelsel NGC 1512 (type SBra) omringd is door een enorme hoeveelheid gas (10^{10} $M_\odot$) van grote afmetingen (∿80 kpc) en een uitgestekt stel zwakke filamentaire armen heeft. Het patroon van deze armen lijkt gestoord door getijdewerking van het naburige elliptische stelsel NGC 1510. Dit laatste is blauw van kleur en zijn spectrum verraadt de aanwezigheid van vele jonge sterren - een uniek feit in een elliptisch stelsel. Waarschijnlijk heeft NGC 1510 in de laatste 10^8 jaar, 10^7 à 10^8 zonsmassa's aan gas opgevangen uit de wolk rond NGC 1512.

De AAT 3.9-m telescoop en de 1.2-m UK-Schmidt telescoop werden gebruikt om de galactische supernovarest G292.0+1.8 optisch te identificeren. Deze supernovarest lijkt in vele opzichten op de Crabnevel. De radiostructuur vertoont geen schil. Dit is de derde optische identificatie van een Crab-achtig object (Crabnevel en 3C58). Het optische spectrum is heel ongewoon. Alleen de verboden lijnen van zuurstof en neon werden gedetecteerd en de Balmerlijnen van waterstof. Deelnemers aan dit project waren: Goss en Shaver, Zealey (UK Schmidt), Murdin en Clark (Royal Greenwich Observatory).

FST (Fleurs Synthesis Telescope, Australië)

De FST werd in 1978 gebruikt door Goss, Shaver en Ekers. Verschillende soorten objecten werden in kaart gebracht op 21 cm met een 50" oplossend vermogen:

NGC 253, een spiraalstelsel met een sterke radiobron in de kern en een duidelijke radioschijf.

Vier supernovaresten werden in kaart gebracht: 3C391, Puppis A, een optische supernovarest, CTB 37 en G326.1-1.8. Deze laatste vertoont de schilstructuur, die zo typerend is voor supernovaresten. De centrale bron is niet thermisch en heeft een vlak spectrum, enigszins gelijkend op de Crabnevel.

Deelnemers aan deze projecten waren, behalve Goss en Shaver, Watkinson en Skellern (Sydney University), Milne, Caswell, Haynes, en Wellington (CSIRO).

Twee radiostelsels werden door Goss, Ekers, Danziger en Skellern in kaart gebracht: PKS 0114-47 en PKS 2006-56. De eerste is een reusachtig radiostelsel (zie fig. 3.2.19) met een roodverschuiving van .146. De afstand tussen de buitenste radiocomponenten is ongeveer 1.8 Mpc.

3.2.5.5. Data processing

Schwarz heeft de betrouwbaarheid van een met CLEAN bewerkte kaart onderzocht. Hij heeft aan een statistische test gewerkt, die

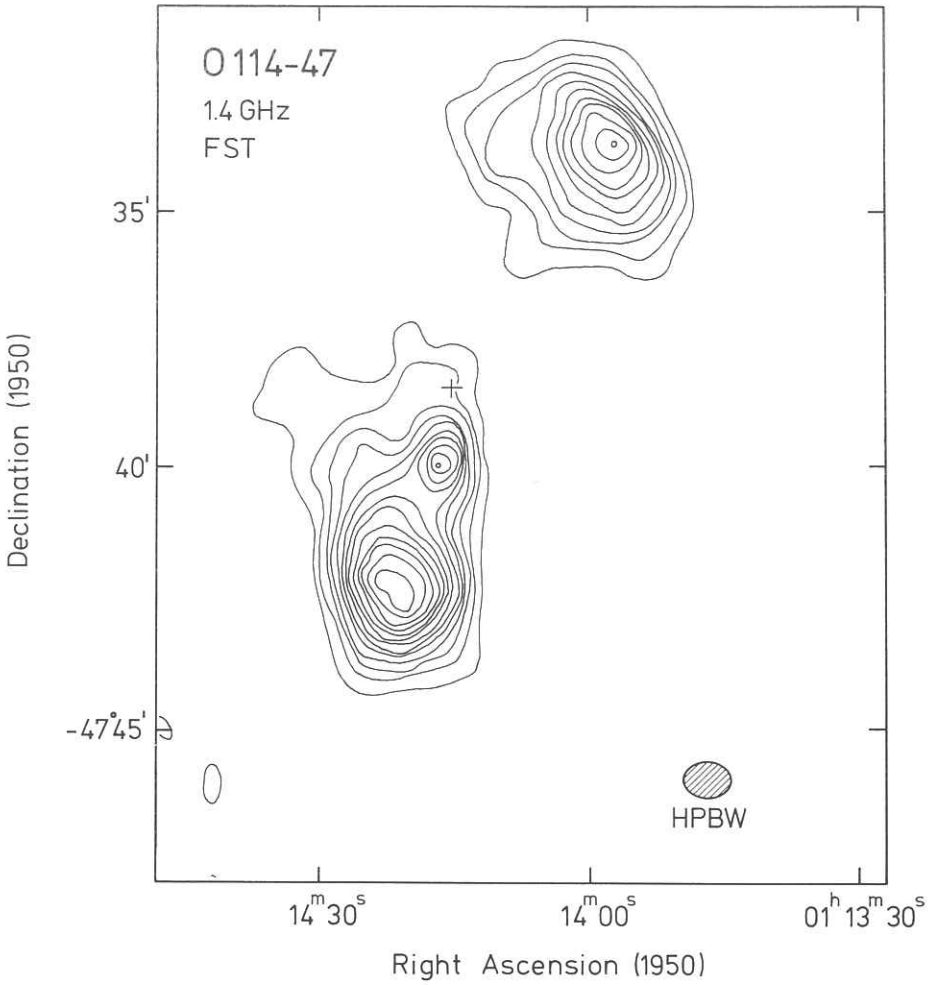


Fig. 3.2.19.
De 21-cm continuum-emissie van het reuzenradiostelsel PKS 0114-47, zoals waargenomen met de Fleurs Synthesis Telescope (FST) in Australië (Goss, Danziger, Watkinson en Ekers). De resolutie is 50". Het kruis geeft de positie aan van het stelsel (z = 0.146) dat bij de radiobron behoort. De grootte van het radiobeeld is ongeveer 1.8 Mpc.

A 21-cm continuum map of the giant radio galaxy PKS 0114-47 obtained with the Fleurs Synthesis Telescope (FST) of Sydney University, Sydney, Australia) (Goss, Danziger, Watkinson and Ekers). The angular resolution is 50" arc. The position of the associated galaxy of redshift 0.146 is marked by a cross. The outer separation of the double is about 1.8 Mpc.

op een foutenanalyse van de kaart berust. Ook heeft hij een analyse gemaakt van de vraag of de short spacings gegevens het beste door interpolatie of door waarnemingen verkregen kunnen worden.

Ontwikkeling van programmatuur, beeldverwerkingssysteem

Wegens het onverwacht vroegtijdig uitvallen van de PDP-9 is er in het najaar van 1978 door groepsleden met veel inspanning gewerkt aan het omzetten van het interactieve reductiesysteem voor WSRT-gegevens naar de Groningse PDP11/70-computer. Dankzij de modulaire opbouw van het CDC-reductiesysteem konden veel routines daarvan gebruikt worden. Een nieuwe architectuur voor een interactief reductiesysteem (Groningen Image Processing System, of GIPSY) is door enkele astronomen ontworpen, in samenwerking met de programmeursgroep.

In de zomer van dit jaar konden wij met vreugde ons nieuwe beeldverwerkingssysteem in ontvangst nemen van de fabrikanten, Stanford Technology Corporation en Information Processing Systems. De nieuwe STC "image computer" biedt ons tot nog toe ongekende mogelijkheden voor gegevensverwerking en display, terwijl de daaraan gekoppelde IPS videoschijf ons in staat stelt om verwerkte kaarten op te slaan en cinematografisch weer te geven (zie fig. 3.2.20 en 3.2.21). Door het tegelijkertijd aanschaffen van "display-software" van STC konden wij vrij spoedig de belangrijke functies van het systeem gebruiken en hoewel veel software voor onze specifiek astronomische gegevensverwerking nog geschreven moet worden, hebben wij tegen het einde 1978 - begin 1979 een goed bruikbaar systeem in bedrijf genomen.

Fig. 3.2.20.
Het beeldverwerkingssysteem in het Rekencentrum van de Rijksuniversiteit te Groningen (GIPSY). Te zien zijn de televisie, de videocamera (rechtsboven), "trackball" (bij de linkerhand van de gebruiker, R. Sancisi), het toetsenbord voor de videoschijf (achter de "trackball") en de terminal van de PDP11/70. De IPS-videoschijf, de STC-beeldverwerkingscomputer en de PDP11/70 met zijn randapparatuur staan elders in het Rekencentrum.

Work station for the Groningen Image Processing System situated at the Computer Centre of Groningen University. Shown are the television display (in the background, displayed NGC 4214), vidicon camera (top right), trackball control (under the left hand of the user, R. Sancisi), video disk controller (just visible behind the trackball) and keyboard terminal to the PDP11/70. The IPS video disk, the STC Image Computer, and the PDP11/70 with its peripherals are located elsewhere in the computer hall.

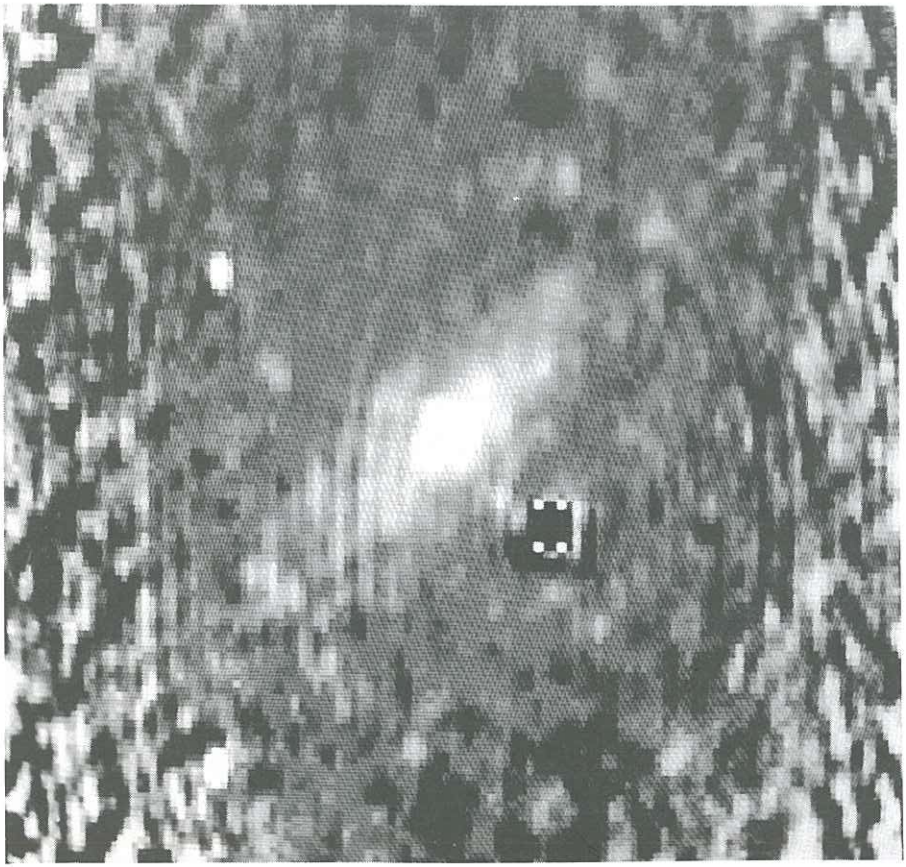


Fig. 3.2.21.
WSRT 21-cm lijnwaarnemingen van het Scd-stelsel NGC 6503. De foto is gemaakt met behulp van het beeldverwerkingssysteem te Groningen (GIPSY) en laat de totale HI-emissie van het stelsel zien. In de buurt van het stelsel bevindt zich de quasar 1749+70.1. Deze is te zien als een zwart gebied omdat de continuumstraling van de quasar erg intens is (1.1 Jy). De instrumentele respons van de quasar veroorzaakt verstoringen over het hele veld en het is aan de nieuwe beeldverwerkingsfaciliteiten te danken dat de HI van NGC 6503 zo duidelijk te zien is.

Westerbork 21-cm line observation showing distribution of total HI in the Scd galaxy NGC 6503 (Shostak). The 1.1 Jy quasar 1749+70.1 is located 5' arc to the south-west of the galaxy and appears as a black square. The instrumental responses from the quasar cause strong perturbations over the whole field, yet the image enhancement of display facilities allow the unmistakable recognition of NGC 6503. The image has been processed and displayed on the Groningen Image Processing System (GIPSY).

3.3. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Leiden.

Redactie: G.K. Miley.

3.3.1. Inleiding.

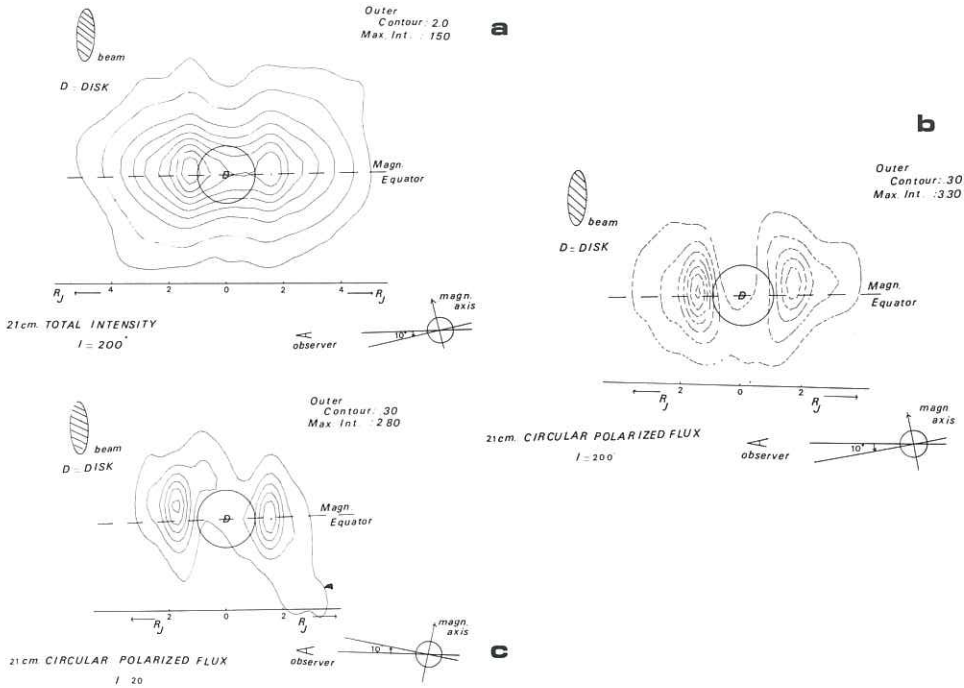
In 1978 werden drie grote projecten afgerond waaraan gedurende enkele jaren in Leiden gewerkt was, t.w. respectievelijk de Dwingeloo OH survey, de Westerbork 1415 MHz survey van achtergrond bronnen en de eerste fase van het Westerbork onderzoek naar galaxy clusters, in de vorm van de proefschriften van Baud, de Ruiter en Valentijn. Een ander belangrijk proefschrift dat gedurende dit jaar afgerond werd, was dat van Van Albada over radio continuum en H I metingen van het stelsel NGC 4258.

De capaciteit van het verwerken van gegevens in Leiden werd in 1978 vergroot door de aanwinst van een Comtal display system. In zijn basisvorm maakt deze het mogelijk om tot en met vier 512 x 512 arrays van intensiteiten in kleur te vertonen. De invoering van het systeem en zijn "interface" met de PDP11 computer in het Huygens Laboratorium wordt door Harten, Hoekema en Katgert verricht. Aan het einde van het jaar was het vertonen van gegevens en eenvoudige verwerking met de Comtal mogelijk als routine. Voor de toekomst zijn er plannen om de Comtal in een algemeen interactief gegevens-verwerkingssysteem in te schakelen.

3.3.2. Planetair onderzoek.

Eind december 1977 is Jupiter voor de tweede maal in het kader van het "joint NASA-Westerbork project" met de Westerbork telescoop waargenomen op een golflengte van 21 cm. Door op vijf achtereenvolgende dagen 12 uur lang waar te nemen konden ditmaal alle rotatie aspecten van de planeet in kaart worden gebracht met een versmering van 15° van Jupiters rotatie. Doordat de dipolen van alle teleskopen parallel gericht waren was het mogelijk de circulair gepolariseerde flux in kaart te brengen met een nauwkeurigheid van 0.1% van de maximale intensiteiten van de I kaarten (zie Fig. 3.3.1.). Ook van de lineair gepolariseerde flux en de positiehoeken van de electrische vector is voor alle 24 rotatieaspecten een kaart gemaakt. Een rapport met alle gegevens en een kwalitatieve interpretatie is reeds naar NASA gestuurd. De belangrijkste conclusie in dit rapport was de duidelijke aanwezigheid van hogere orde termen in het magneetveld van Jupiter (quadrupool en octupool termen) die verantwoordelijk kunnen zijn voor het bestaan van het al eerder gevonden hetere gebied in de magnetosfeer (bij een lengte b III (1965.0) $\sim 260^{\circ}$; zichtbaar aan de linkerkant van Fig. 3.3.1a.). Aan een nauwkeurige interpretatie wordt op het ogenblik gewerkt.

In april dit jaar is Jupiter op een golflengte van 6 cm waargenomen. De metingen waren pas in oktober gecalibreerd en de



Figuur 3.3.1.

Jupiter waargenomen op 21 cm door De Pater.
De optische schijf en de magnetische equator zijn aangegeven. De plaatjes a en b zijn gemaakt als de magnetische noordpool naar de aarde toe gericht is; c als deze van ons af is gericht. a. De totale intensiteit. Het hetere gebied is dan links te zien. b. De circulair gepolariseerde flux. De gestippelde contouren geven aan dat de flux negatief is hetgeen duidt op een magnetische veldcomponent die van ons af gericht is, in overeenstemming met het beeld dat wij van een dipoolveld in deze stand verwachten. c. De circulair gepolariseerde flux terwijl de magnetische zuidpool naar ons toegericht is. De flux is nu positief dus de magnetische veldcomponent naar ons toe gericht.

Observations of Jupiter made at 21 cm by De Pater. The optical disk and magnetic equator have been indicated. In a and b the magnetic north pole is directed toward the earth, whole in c it points away from us.
a. The total intensity distribution, with the hottest area on the left. b. The circularly polarized intensity. The dashed contours indicate that the flux is negative which shows that the magnetic field component points away from us, in agreement with what we expect from a dipole field in this orientation. c. The circularly polarized flux with the magnetic south pole pointing toward us. In this orientation the flux is now positive, as expected.

eerste kaarten konden pas in december worden gemaakt (de eerste goed gecleande kaarten!).

3.3.3. Galactisch onderzoek.

OH survey.

De waarnemingen van de grote 1612 MHz Dwingeloo survey, door Baud in mei 1977 afgesloten, werden geanalyseerd en de resultaten ervan werden gepubliceerd in het proefschrift van Baud dat op 12 april met succes in Leiden werd verdedigd. Twee waarnemingsartikelen, ontleend aan dit proefschrift, zijn momenteel (1 dec. 1978) in druk; een derde, interpretatief artikel is bijna gereed voor inzending. Bovendien werden de belangrijkste resultaten door Oort gepresenteerd in een invited review op IAU Symposium no. 84 in Maryland (juni 1978).

Deze resultaten zijn: (i) de OH/IR sterren met kleine circumstellaire expansie ($\Delta V/Z < 15$ km s^{-1}) hebben gemiddeld een relatief grote snelheidsafwijking (30 km s^{-1}) van de galactische rotatiekromme; sterren met grote circumstellaire expansie hebben gemiddeld een relatief kleine snelheidsafwijking (10 km s^{-1}). Dit is waarschijnlijk een afspiegeling van leeftijdsverschillen tussen beide groepen. (ii) De dichtheid neemt sterk toe naarmate men dichter bij het melkwegcentrum komt; een maximum wordt bereikt op een afstand van 3.5 kpc van het centrum. Gaat men nog verder naar binnen dan vindt er een sterke daling van het aantal sterren plaats. Dit geldt ook voor de oudste sterren en dit resultaat duidt er op dat binnen 3.5 kpc van het centrum geen noemenswaardige stervorming meer heeft plaatsgevonden in de laatste 10^9 jaar. (iii) De snelheidsverdeling van de sterren en hun breedte verdeling tezamen laten zien dat ook in de meer naar binnen gelegen delen in ons Melkwegstelsel de verdelingsfunctie van de stersnelheden ten opzichte van hun cirkelbeweging niet isotroop is: loodrecht op het melkwegvlak is de gemiddelde snelheidsafwijking van de oudste sterren ongeveer 0.5 x de gemiddelde snelheidsafwijking in het melkwegvlak. (iv) De OH/IR sterren zijn vermoedelijk alle variabelen van zeer lange perioden (> 400d) verwant aan Mira sterren.

In september vertrok Baud naar het Radio Astronomy Department in Berkeley als post doctoral fellow. Het onderzoek aan OH/IR sterren wordt thans voortgezet door Braes, Habing en J. Herman. Er wordt gestreefd naar een verdere bestudering van de door Baud gevonden sterren. Daartoe worden met de Dwingeloo telescoop nauwkeurig de periodieke flux variaties der sterren gemeten. Deze moeten dan in de toekomst worden gecombineerd met infrarood waarnemingen van dezelfde objecten die momenteel worden verzameld door Dr. M. Feast van de Nationale Sterrewacht in Zuid Afrika. Dit "monitor" programma is nog slechts in zijn aanloopfase.

Onderzoek van moleculaire wolken.

Om de relatie van stervorming en moleculaire (OH) wolken beter te bestuderen is een waarneemprogramma met de Dwingeloo telescoop gestart. Enkele wolken met afmetingen die groot genoeg zijn werden door Wouterloot in kaart gebracht op 1665 en 1667 MHz. Het betrof de wolken, geassocieërd met NGC 2244, NGC 2264 en een gebied in Taurus. De eerstgenoemde twee wolken blijken respectievelijk 2 en 3 snelheidscomponenten te bevatten. In het NGC 2264 gebied werd daardoor een eerder gevonden verschil tussen OH en H_2CO snelheden opgelost.

Enkele posities werden ook waargenomen op 1612 en 1720 MHz met lange integratietijden. Hierbij werd soms een inversie van een van deze lijnen gevonden. Exitatie temperaturen van de 4 lijnen kunnen nu vergeleken worden met theoretische berekeningen waardoor inzicht verkregen wordt in de toestand in deze wolken.

Om de verdeling van wolken binnen een spiraalarm te weten te komen werd een deel van de Perseusarm waargenomen ($100^o < L < 140^o$) op 1667 MHz. Hierdoor kwam het aantal bekende wolken in die arm op 5 (misschien 6). De snelheid van deze wolken is in de meeste gevallen meer negatief dan de snelheid van de H I piek op dezelfde plaats. Enkele wolken vertonen misschien H I zelfabsorptie.

In dit gebied werden ook 10 meer lokale wolken gevonden, waaronder een met grote (5°) afmetingen, waarschijnlijk geassocieerd met NGC 7822. In een van de componenten van de Cepheus OB III wolk werd een OH maser gevonden.

Hoge-snelheid H I wolken.

Oort deed een theoretisch onderzoek over aard en herkomst van de waterstofwolken met hoge snelheid. Als instructief object werd daarbij de keten van wolken (de z.g. "Chain A") beschouwd die zich over een lengte van 31° uitstrekt tussen $+23^o$ en $+46^o$ galactische breedte. De snelheidsverschillen tussen opvolgende condensaties in de keten, alsmede de grote snelheidsdispersie binnen iedere component wijzen op een korte levensduur van de huidige bewegingstoestand. De tijd verlopen sedert het ontstaan moet ongeveer twee ordes van grootte langer zijn. De huidige bewegingskarakteristieken zijn waarschijnlijk het gevolg van interactie met de gasvormige halo van het Melkwegstelsel.

Op de vraag waar de hoge-snelheid wolken vandaan komen is geen bevredigend antwoord gevonden. De mogelijkheid dat zij gevormd zijn door thermische instabiliteit in een heel uitgestrekte halo van hoge temperatuur zou nader onderzocht moeten worden.

Door Hulsbosch (Nijmegen) en Oort werd het in het vorig jaarverslag vermelde onderzoek met de Dwingeloo telescoop naar hoge-snelheid wolken voortgezet. Een kaart met alle objecten gevonden tussen 100° en 200° lengte en 0° en -60° breedte werd practisch voltooid en wordt thans voor publicatie klaargemaakt. Met waarnemingen in andere delen van de hemel werd voortgang gemaakt.

Planetaire nevels in de buurt van het Melkwegcentrum.

Drie 21-cm velden binnen 2 graden van het galactisch centrum zijn door Isaacman (samen met Wouterloot, Habing en Oort) waargenomen met de WSRT, met het doel de ruimtelijke verdeling en fluxdichtheidsverdeling van planetaire nevels te bestuderen. Deze velden zullen met twee door Wouterloot waargenomen velden gecombineerd worden om ruim 75% van het gebied $-1 < l^{II} < +2$, $-1 < b^{II} < +1$ op te meten. De oppervlaktedichtheid van de gevonden puntbronnen geeft inlichtingen over de snelheidsdispersie van de planetaire nevels en de massaverdeling van de nucleaire schijf van het Melkwegstelsel, mits de bronnen gescheiden kunnen worden in galactische nevels en extragalactische achtergrond objecten. Daarom zijn een tiental puntbronnen ook op 6 cm waargenomen, om statistisch inzicht te krijgen in het percentage van echte galactische bronnen en niet-thermische achtergrond bronnen in elk veld. Er blijkt wel een toename van de dichtheid van puntbronnen naar het centrum toe te bestaan.

Op de afstand van het galactische centrum kunnen thermische bronnen echter even goed planetaire nevels als compacte H II gebieden zijn, omdat ze precies op elkaar lijken in het radiocontinuum. Om het verschil te laten zien zouden infrarood waarnemingen nodig zijn. Een piloot-programma is dus in Chili door Geballe (Hale Observatories) gedaan waarin tien 21-cm puntbronnen in de S IV en Ne II spectraallijnen waargenomen zijn, zonder hulp van 6-cm spectrale gegevens. Eén bron is op S IV gedetecteerd - waarschijnlijk een planetaire nevel - en ook één op Ne II, waarschijnlijk een H II gebied. Een uitgebreid infrarood programma zal worden begonnen zodra de 21 cm en 6 cm waarnemingen klaar zijn.

Supernovaresten.

J. Dickel, gasthoogleraar in Leiden, en Greisen (NRAO) hebben de evolutie van Cas A geanalyseerd, en veel verschijnselen met grote willekeurige snelheden gevonden. Er komt nog wat versnelling van relativistische electronen voor, maar de straling van de meeste delen van de supernovarest vervalt met een tijdschaal van ruim 48 jaar. Dickel en Spangler (NRAO) zoeken ook variabiliteit in Tycho's supernovarest.

Supernovaresten worden bestudeerd bij radio, optische, en röntgengolflengten met gebruik van interactieve digitale display apparaten zoals COMTAL. De onderlinge ruimtelijke en spectrale verbanden van deze soorten emissie kunnen op die manier onderzocht worden.

H II gebieden.

H.R. Dickel, gastmedewerker te Leiden, en Harten (Dwingeloo) werken aan een gedetailleerde vergelijking van de verdeling van de optische lijnemissie van verschillende ionen met de verdeling van de radio continuum emissie bij verschillende golflengten voor het W3-IC 1795 - NGC 896 complex om de plaatsen van verduisterende

stoflagen en exciterende sterren te bepalen. Zij hebben een jet van optische emissie gevonden die tevoorschijn komt uit een gat in de schilbron W3A en die van de infraroodster IRS2A afkomstig zou kunnen zijn. Dit zou een voorbeeld van de jonge fase van het "blister model" van moleculaire wolken en H II gebiedcomplexen kunnen zijn. Zo'n vergelijking zal ook voor de nevel NGC 7538 worden gemaakt.

Andere eigenschappen van het W3 complex worden door H.R. Dickel en J. Dickel onderzocht via de verdelingen van ^{12}CO, ^{13}CO, H_2CO, CS en HCN. De ^{12}CO en CS emissielijnen vertonen allebei de effecten van zelf-absorptie in het voornaamste deel van de nevel, en de abundantie van CS lijkt kleiner in het gebied van de bron IRS5 dan bij andere bronnen. Hun voorgestelde model voor het W3 complex is gebaseerd op modellen van Woodward ("galactic shock-driven star formation") en Elmergreen en Lada ("sequential star formation").

3.3.4. Extragalactisch onderzoek.

Normale sterrenstelsels.

Met het in gebruik nemen van de digitale lijnontvanger bij het ingaan van dit verslagjaar is een nieuwe fase ingetreden in de WSRT waarnemingen van extragalactische sterrenstelsels. De beschikbare waarneemtijd is echter beperkt geweest, zodat maar een bescheiden begin gemaakt kon worden met het uitgebreide waarneemprogramma, dat voorgesteld was. Bovendien hebben kinderziektes in de ontvanger en vooral moeilijkheden bij het aanpassen van de reductie programma's verhinderd, dat korrekt en volledig gereduceerde metingen veel vóór het einde van het jaar beschikbaar waren voor astronomisch gebruik, waardoor alle hierin genoemde resultaten, afgeleid uit deze waarnemingen een enigszins provisorisch karakter hebben. Het is te verwachten, dat pas in de loop van het komende jaar deze nieuwe faciliteiten ten volle tot hun recht zullen komen.

Naast deze beginnende waarnemingen met de nieuwe ontvanger bleven nog enkele projekten, uitgevoerd met de oude ontvanger, op afwerking wachten. In sommige gevallen zijn, door het toepassen van verfijnde reductie technieken, interessante resultaten behaald uit waarnemingen die, in eerste instantie, als weinig belovend beschouwd moesten worden.

In de volgende paragrafen worden die projekten besproken, waarmee in het verslagjaar noemenswaardige vorderingen zijn gemaakt.

NGC 4258

Op basis van 21 cm lijn- en continuumwaarnemingen aangevuld met gegevens uit andere bronnen heeft van Albada in zijn proefschrift een uitvoerige analyse gemaakt van de structuur en kinematica van NGC 4258. Hoewel de oorspronkelijke probleemstelling het

onderzoeken van de invloed van een explosie in de kern van een spiraalnevel op het gas in de schijf was, nam het onderzoek een onverwachte wending toen bleek, dat de kinematica zeer goed te verklaren was door aan te nemen, dat NGC 4258 een balk-spiraal was. Dus naast een beter inzicht in de dynamica van de explosie, voor een groot deel uit de continuum waarnemingen afgeleid, zijn ook nog uit de lijn-waarnemingen belangrijke nieuwe gegevens beschikbaar gekomen over de dynamica van balk-spiralen.

Het eerste gedeelte van het proefschrift, dat een volledige presentatie van de waarnemingen bevat, is intussen omgewerkt in artikelvorm en aangeboden voor publicatie, terwijl de overige delen ook in bewerking zijn. Naar aanleiding van de 21-cm continuum resultaten, waaruit ondermeer polarisatie in de buiten gedeelten van de anomale armen blijkt en een zeer scherpe en uniforme vóórste begrenzing van deze armen, zijn aanvullende metingen in de 6 cm continuum aangevraagd (door de Bruyn, van Albada en Shane) en gedeeltelijk toegewezen.

M 31.

Per 1 september 1978 is Drs. E. Brinks in dienst getreden bij Z.W.O. met als opdracht het uitvoeren van een radioastronomisch onderzoek van M 31, onder leiding van Shane en Van der Laan. Tijdens het verslagjaar zijn diverse werkzaamheden verricht, die betrekking hebben op zowel reeds bestaande als nieuwe waarnemingen.

De reeds bestaande metingen op 49 cm (het gehele stelsel) en 21 cm (èèn veld) zijn verder verwerkt, en een bronnenlijst met, waar mogelijk, spectraal indices werd voorbereid. Om deze metingen volledig te kunnen benutten zijn gegevens op de korte basis-lijnen (niet waarneembaar door de WSRT) onontbeerlijk. Op 49 cm zijn de benodigde waarnemingen gedaan en beschikbaar gesteld door Israel (California Institute of Technology te Pasadena) terwijl 21-cm metingen gedaan door Berkhuysen (MPI), met de 100 meter telescoop van het Max-Plank-Institut für Radioastronomie te Bonn gebruikt mogen worden. Met toevoeging van deze gegevens zal het mogelijk worden om de analyse van deze gegevens te voltooien.

Gedurende het verslagjaar zijn nieuwe metingen gedaan in zowel de 21-cm lijn als continuum. Van de laatste zijn twee velden volledig waargenomen en twee gedeeltelijk. Met het voltooien van deze laatste twee zal worden bereikt dat het gehele centrale deel van M 31 in het 21-cm continuum waargenomen is. 21 cm lijn metingen van één veld zijn voltooid en van een tweede begonnen, terwijl tijd is toegewezen voor verdere waarnemingen. Ook in de 21-cm lijn zijn korte basislijn gegevens van groot belang, en ook voor dit doel zijn metingen met de 100 m telescoop beschikbaar gesteld. Alle 100 m telescoopmetingen worden voorbereid voor samenvoeging met de WSRT metingen in samenwerking met Emerson (MPIfR).

M 51.

Recente waarnemingen met grote enkelvoudige telescopen hebben uitgewezen, dat de spiraalnevel M 51 omgeven is door een uitge-

strekte H I wolk, welke niet schijnt te gehoorzamen aan het rotatiepatroon van de schijf. Deze wolk strekt zich uit over ca. $1^{\circ}.5$ op de hemel, van zuidoost tot noordwest. De zuidoostelijke uitloper is voor een gedeelte te zien in eerder gedane WSRT waarnemingen, maar, wegens de hoge radiële snelheid, is daarin niets van de noordwestelijke uitloper terug te vinden. R. Giovanelli (Arecibo Observatory) en Shane hebben dit gebied nu waargenomen en, hoewel het waarneemprogramma nog niet voltooid is, laten de eerste metingen een reeks H I wolken zien die zich uitstrekken in noordwestelijke richting van M 51.

NGC 1569.

21 cm lijn waarnemingen gemaakt door de Bruyn werden in de loop van het verslagjaar gereduceerd en in kaart gebracht door van Driel en Shane. Dit is een actief sterrenstelsel met een centrale radiobron, een onregelmatige vorm en een grote hoeveelheid gas en stof. De snelheidskaart, afgeleid uit de H I metingen, vertoont een bevredigende overeenkomst met die afgeleid door De Vaucouleur (Univ. of Texas) uit Hα metingen, maar bestrijkt een wat groter gebied.

NGC 2655 en 2859.

Waarnemingen in de 21-cm lijn van deze twee elliptische nevels, waarin H I eerder ontdekt was met behulp van grote enkelvoudige telescopen, zijn gedaan door Norman (werkgroep Laboratorium Astrofysica) en Shane in samenwerking met N. Krumm (Lick Observatory). In geen van beide gevallen vertoont een eerste inspectie van de waarnemingen meetbare hoeveelheden H I. Na het corrigeren van enkele storende instrumentele ongerechtigheden wordt een meer uitvoerige en nauwkeurige analyse van deze metingen voorbereid.

NGC 2685.

Enige jaren geleden zijn de eerste WSRT waarnemingen in de 21-cm lijn van dit zeer uitzonderlijke stelsel gedaan. Deze zijn, na uitvoerige reductie en analyse, aan het einde van het verslagjaar, door Shane gereed gemaakt voor publicatie. Naast de (afgeplatte) centrale sterrenconcentratie, die weinig H I bevat, vinden wij twee systemen, met veel gas en wat jonge sterren, die schijnen te roteren met assen bijna loodrecht op elkaar. Het ontstaan van deze twee systemen wordt toegeschreven aan twee ontmoetingen met intergalactische gas-wolken of met gasrijke dwergstelsels, één lang geleden, mogelijk als onderdeel van het oorspronkelijke formatie proces, en één in het betrekkelijk recente verleden. Hoewel NGC 2685 geen continuum radiobron is, wordt gespeculeerd dat het proces, dat we hier zien, aanleiding zou kunnen zijn tot de formatie van een radiobron zoals die waargenomen in de kernen van actieve melkwegstelsels.

NGC 4236.

Dit grootste, in hoekmaat, van alle balkspiralen in het noordelijke halfrond, is waargenomen in de 21-cm lijn en continuum. De lijn-metingen werden tijdens het verslagjaar door Jägers en Shane gereduceerd en in kaart gebracht. Aan het einde van het jaar was dit werk bijna gereed. Het stelsel is van een laat type en de balk bevat zeer veel neutrale waterstof, zodat direkte bepaling van de radiële snelheid betrekkelijk gemakkelijk is. Uit een voorlopige snelheidskaart blijkt dat het hele gebied van de balk roteert als een vast lichaam. Nadere analyse moet uitwijzen of dit resultaat ook in overeenstemming is met het circulatie-model, welk met succes is toegepast op andere balkspiralen (waaronder NGC 4258, zie boven).

NGC 4594.

Kort na het in gebruik nemen van de, inmiddels vervangen, filter ontvanger voor lijn-metingen, werd een reeks metingen gedaan van NGC 4594, de zgn. "Sombrero-nevel". Wegens het zeer zwakke signaal, de negatieve declinatie en een hoog storingsniveau werden deze metingen in eerste instantie opzij gezet als onbruikbaar. Pas later, met het toepassen van nieuwe analyse technieken, is het mogelijk gebleken om daaruit toch interessante resultaten af te leiden. Deze metingen zijn tijdens het verslagjaar opnieuw door E. Bajaja (Instituto Argentino de Radioastronomia) en Shane geanalyseerd. Het is mogelijk gebleken om de waarnemingen te verklaren met behulp van een model waarin het H I zich bevindt in een ring die samen valt met de stofgordel, waardoor de gas-verdeling en rotatie snelheid hierin bepaald kunnen worden.

Seyfertstelsels en verwante systemen.

Het reductiewerk voor het verkennend onderzoek naar de radioeigenschappen van Seyfertstelsels wordt binnenkort afgesloten. Het betreft hier korte metingen bij een aantal positiehoeken van de Seyfertstelsels die voorkomen in lijsten van Markaryan en Weedman. Deze metingen leveren gegevens over vermogen, polarisatie en mogelijke structuur van dergelijke melkwegstelsels op 21 cm. Om ook informatie over de radio spectraal indices te verkrijgen zijn aanvullende metingen op 6 cm aangevraagd. Ten behoeve van dit onderzoek is een lijst met nauwkeurige optische posities gepubliceerd door Wilson en Meurs. Het ligt in de bedoeling een optisch geselecteerde, volledige verzameling van deze objecten te bestuderen op zijn radio-eigenschappen. De radiogegevens zullen daarbij gecombineerd worden met vooral spectroscopische en fotometrische gegevens uit het optische spectraalgebied, en verder met gegevens verkregen in het röntgen- en infrarode deel van het spectrum. Teneinde enig vergelijkingsmateriaal bij de hand te hebben zijn er ook Westerbork waarnemingen gedaan aan emissielijnstelsels, BN-stelsels, N-stelsels en stelsels met compacte radiobronnnen.

In de afgelopen zomer is een eerste lijnwaarneming bij 21 cm met het nieuwe ontvangersysteem aan een Seyfertstelsel gedaan

(Meurs en de Bruyn). Verder werk aan actieve kernen van melkwegstelsels betreft waarnemingen aan BL Lacertae objecten op 21 cm en 6 cm (Fig. 3.3.3), radiohalo's van Seyfertstelsels op 50 cm, en röntgenbronnen uit de Ariel V-catalogus op 21 cm. Deze laatste activiteit leidde tot de identificatie van de röntgenbron 2A1219+305 met een object van het BL Lacertae type (Wilson, Meurs e.a.). Binnenkort wordt nog een aantal röntgenbronnen waargenomen.

Radiostelsels.

Samen met Fomalont (NRAO) en Bridle (Queens) heeft Miley de kern van het reusachtige radiostelsel 3C 236 waargenomen met de VLA radiotelescoop in New Mexico, U.S.A. Deze waarnemingen toonden aan dat de spectraal index verdeling in de kern van 3C 236 opmerkelijk uniform is en dat het spectrum recht is van 408 MHz tot 22 GHz. Een artikel waarin dit beschreven wordt is geaccepteerd voor publicatie, alsmede een artikel gebaseerd op waarnemingen met veel hoger oplossend vermogen waarbij gebruik gemaakt werd van radio interferometrie met zeer lange basislijn (VLBI) in Europa. Het VLBI onderzoek werd uitgevoerd door Schilizzi (Dwingeloo), Miley, Van Ardenne (Dwingeloo), Baud, Baäth (Onsala), Rönnang (Onsala) en Pauliny-Toth (Bonn).

De gedetailleerde studie van uitgebreide radiobronnen met de Westerbork telescoop (Van Breugel, Miley en Van der Laan) is voortgezet. Artikelen over de radiostelsels 3C 310 en B0844+31 zijn door Van Breugel ingediend ter publicatie.

Van de bronnen verzameling zijn van sommige ook optische waarnemingen uitgevoerd. Acht melkwegstelsels zijn waargenomen door Butcher, Van Breugel en Miley met de 4 m telescoop op Kitt Peak, U.S.A., in combinatie met de ISIT televisie detector. Alle waarnemingen werden gedaan in blauw, rood en Hα en zijn digitaal geregistreerd. Met dit systeem kunnen zwakke details van de optische continuum en Hα structuren van de radiostelsels bestudeerd worden en met de Westerbork radiokaarten vergeleken.

Optische spectra van enkele van de radiostelsels die bijzondere radiostructuur vertonen zijn ook waargenomen door Miley en Osterbrock (Lick) met de 120 inch Shane telescoop van Lick Observatory en een artikel over de resultaten is geschreven.

Quasars.

Het onderzoek van Miley naar de radiostructuur van quasars werd voortgezet. Miley en Hartsuijker publiceerden een artikel waarin de radiostructuur en polarisatieverdeling van 114 quasars werd gepresenteerd. Deze waarnemingen werden gedaan op twee (en voor sommige quasars drie) frequenties met de radiotelescopen te Westerbork. Tijdens het "sabbat" jaar van Miley aan de Lick Sterrewacht te Santa Cruz, California tot augustus 1978 werden de bovengenoemde radiogegevens vergeleken met enkele optische gegevens en deze vergelijking leverde twee resultaten op. Als eerste toonde de vergelijking van de radiostructuur met de optische polarisatiegegevens van Stockman en Angel (Steward Observatory) aan, dat de

polarisatiehoek en de structuurhoek voor het merendeel van de onderzochte quasars gelijkgericht waren. Verder onderzoek is noodzakelijk om de oorsprong van de optische polarisatie te begrijpen.

Een tweede resultaat kwam voort uit een vergelijking van de radiostructuur en optische emissielijnspectra van relatief nabije quasars. De optische gegevens waren gedeeltelijk beschikbaar op de Lick Sterrewacht, en aanvullende waarnemingen werden gedaan met de 120 inch telescoop, in samenwerking met J. Miller. Een voorlopige analyse toonde aan dat er verschillen bestaan in de emissiespectra van quasars die compact zijn en andere quasars met meer uitgebreide structuur. Met name de uitgebreide quasars lijken bredere en meer ingewikkelde Hβ profielen te hebben.

Andere mogelijke verschillen zijn wellicht aanwezig in de FeII emissielijnen en de verhouding van de intensiteiten in de "verboden" O II λ3727 en O III λ5007 lijnen. Deze nieuwe resultaten tonen aan dat er grote verschillen bestaan tussen de fysische condities in quasars samenhangend met het al of niet aanwezig zijn van een uitgebreide radiostructuur. Beide voorafgaande resultaten zijn beschreven in artikelen en geaccepteerd ter publicatie in Astrophysical Journal Letters.

Clusters van sterrenstelsels.

In 1978 zijn drie artikelen (V, VI en VII) van het "Westerbork Survey of Clusters of Galaxies" in Astronomy and Astrophysics verschenen, terwijl drie nieuwe publicaties werden afgerond (VIII, IX en X). In artikel VIII (Gavazzi, Milaan) zijn 1415 MHz en 610 MHz waarnemingen van A1367 gepresenteerd en de bivariate radiohelderheidsfunctie is afzonderlijk bepaald voor E+SO en voor S+I sterrenstelsels. Een correlatie tussen het radiovermogen van spiraalsterrenstelsels en de aanwezigheid van optische emissielijnen is bevestigd. In artikel IX presenteren Perola (Milaan) en Valentijn de resultaten van een zeer uitgebreide survey ($3x4x12^h$) van de Hercules supercluster. 40 sterrenstelsels werden gedetecteerd en uit de radiohelderheidsfunctie werd gevonden dat de heldere spiraalstelsels in Hercules een aanzienlijk lager radiovermogen hebben vergeleken met Coma cluster spiraalstelsels. Een artikel waarin de diverse gegevens van de radiohelderheidsfunctie van spiraalsterrenstelsels (waaronder ook de waarnemingen van de Cancer cluster, Perola, Tarenghi, Valentijn) gecombineerd zullen worden is in voorbereiding. In artikel X (Valentijn) van het cluster survey zijn de resultaten van een 610 MHz zoekprogramma (WT 105) naar cluster radiohalo's gepresenteerd. Radiohalo's van het Coma C type werden niet gevonden. Wel werden vijf kopstaartstelsels in kaart gebracht.

De dissertatie van Valentijn werd voltooid. Het werk omvat de artikelen III, IV, V, VI, IX en X van het Westerbork Cluster Survey, een artikel waarin de optische, radio- en röntgengegevens van de Hercules supercluster gecombineerd worden en een artikel waarin de distributie van het absolute radio en optische vermogen en openingshoek van 44 kop-staartstelsels onderzocht worden.

Een correlatie tussen de openingshoek, en het radio en optisch vermogen van de stelsels werd gevonden.

In 1978 werd ook het werk van Gisler en Miley over radio metingen van de Perseus Cluster bij 610 MHz afgerond en een artikel werd geaccepteerd voor publicatie. Van de gedetecteerde bronnen konden verscheidene geïdentificeerd worden met clusterstelsels. Een uitgebreide structuur met lage helderheid dicht bij de head-tail radiobron NGC 1265 suggereert dat de buiging van de staart veroorzaakt is door een opwaartse druk die de staart in het hete clustergas ondervindt. Met deze aanname leidden zij een beneden limiet af voor de massa van de Perseus cluster welke van dezelfde orde van grootte is als de viriaal massa. Dit is opnieuw een aanwijzing dat de cluster gebonden is.

Bronstatistieken en cosmologie.

Het statistisch onderzoek op basis van de grote Katalogus van Achtergrond Bronnen (de KAB) werd dit jaar (voorlopig) afgerond. De Ruiter gebruikte de resultaten van het identificatie programma over de KAB om de lichtkrachtwet voor radiomelkwegstelsels enerzijds en QSO's anderzijds af te leiden.

Het resultaat van QSO's duidt op een afhankelijkheid van de radio lichtkrachtwet van de verhouding radiolichtkracht/optische lichtkracht; voor een goede aanpassing aan de waarnemingen blijkt de wijze van afhankelijkheid met roodverschuiving te moeten variëren.

De resultaten voor melkwegstelsels duiden op een evolutie die reeds bij relatief lage roodverschuiving ($z \simeq 0.5$) duidelijk zichtbaar is. De kombinatie van de gegevens van de Ruiter met die van Katgert et al. (zie ook beneden) brengt aan het licht dat kleurverandering een belangrijke factor in de evolutie kan zijn. De melkwegstelsels die de evolutie bepalen lijken vrijwel zonder uitzondering aanzienlijk blauwer dan op grond van een extrapolatie van het spektrum van dichterbij staande stelsels verwacht werd. Dit verschijnsel kan een belangrijke indicatie geven over het ontstaan van radiobronnen.

Oosterbaan heeft de KAB gebruikt voor een onderzoek naar de (an)isotropie van radiobronnen; hiertoe heeft hij de verdeling $w(\theta)$ bepaald waarin θ de afstand van een bron tot de dichtbij staande bronnen is. Uit deze zogenaamde co-variantie functie blijkt dat hooguit op zeer kleine schaal van anisotropie sprake kan zijn.

Bijleveld onderzoekt de statistische eigenschappen van een verzameling QSO's uit de KAB; hij bestudeerde o.a. hun struktuur (ca. 30% blijkt opgelost, d.w.z. > 20" arc). Een belemmerende faktor hierbij is (tot nu toe) het ontbreken van roodverschuivingen.

De Ruiter onderzocht ook de herkenbaarheid van melkwegstelsels dicht bij de plaatgrens; hij kwam tot de conclusie dat op de afdrukken van de Palomar Sky Survey het voorbij een bepaalde roodverschuiving onmogelijk is in een stelsel met extra heldere kern het onderliggende melkwegstelsel te onderscheiden; maar dat bij gebruikmaking van een telescoop met een 'grotere' schaal en grotere gevoeligheid dit wel mogelijk moet zijn; het valt te verwachten

dat een ruim percentage van (vooral optisch gevonden) QSO's duidelijk als melkwegstelsel herkenbaar zal zijn.

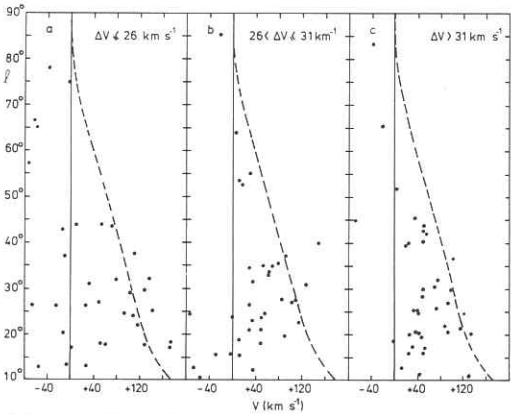
Katgert, de Bruyn (Hale en Dwingeloo) en Willis (Brandeis) voltooiden het identificatie werk voor een verzameling zwakke radiobronnen (5C2) met gebruikmaking van diepe platen. De resultaten bevestigden het werk van de Ruiter en gaven in *combinatie* daarmee nieuwe inzichten in de evolutie van radiobronnen, zoals boven vermeld.

Katgert en Windhorst zetten een onderzoek naar de struktuur van een verzameling middelmatig sterke bronnen (GB2) voort. Struktuur en identifikaties worden voor alle onderzochte bronnen verkregen; aan de interpretatie wordt nog gewerkt.

Katgert-Merkelijn voltooide de analyse van een verzameling bronnen waargenomen bij 610 MHz en 1415 MHz. De verdeling van spektraal indices (gedefiniëerd op 1415 MHz) blijkt enige afhankelijkheid van flux dichtheid te vertonen; naar mate men naar lagere fluxdichtheden gaat verschuift de piek naar steilere waarden voor de spektraal index, terwijl dat aandeel van bronnen met vlakke spektra groter wordt. Brontellingen bepaald bij 610 MHz kwamen goed overeen met eerder bepaalde brontellingen. In samenwerking met Padrielli en Lari (Bologna) rondde Katgert-Merkelijn een onderzoek naar de statistische eigenschappen van middelsterke B2 bronnen af. Zij vonden een afhankelijkheid van de spektraal index *waarschijnlijk* van roodverschuiving, in de zin dat de gemiddelde spektraal index steiler wordt naarmate de roodverschuiving hoger wordt. Verder vonden zij een hoekdiameter-roodverschuiving relatie die overeenkomt met een heelalmodel waarin $q_o = 0$ en géén evolutie van de afmetingen optreedt; voor andere heelalmodellen is wel evolutie nodig om de relatie kloppend te krijgen. Tenslotte leidden zij uit de relatieve posities van de gevonden identificaties af dat de typische expansie snelheid van de componenten van dubbele radiobronnen ca. 0.24 c is; echter met een aanzienlijke dispersie, terwijl expansie snelheden van minder dan 0.1 c niet voorkomen. Dit zou samen met de diameter gegevens een leeftijd van radiobronnen van typisch 10^6 jaar impliceren, (perfecte symmetrie in de bron verondersteld); dat is verrassend laag.

Miley, die de eerste helft van het jaar met sabbatsverlof te Santa Cruz doorbracht, begon aan een programma om diepe foto's van sommige tot dan toe ongeïdentificeerde bronnen met steil spektrum te verkrijgen; de bronnen in kwestie waren bestudeerd met de WSRT, in samenwerking met Tielens en Willis (zie jaarverslag '77). Het programma werd uitgevoerd in samenwerking met H. Butcher, A.G. Willis en D. Harris, met gebruikmaking van het ISIT televisie systeem en de 4m telescoop te Kitt Peak. Hij verkreeg bovendien te Lick enige roodverschuivingen tezamen met J. Miller en H. French.

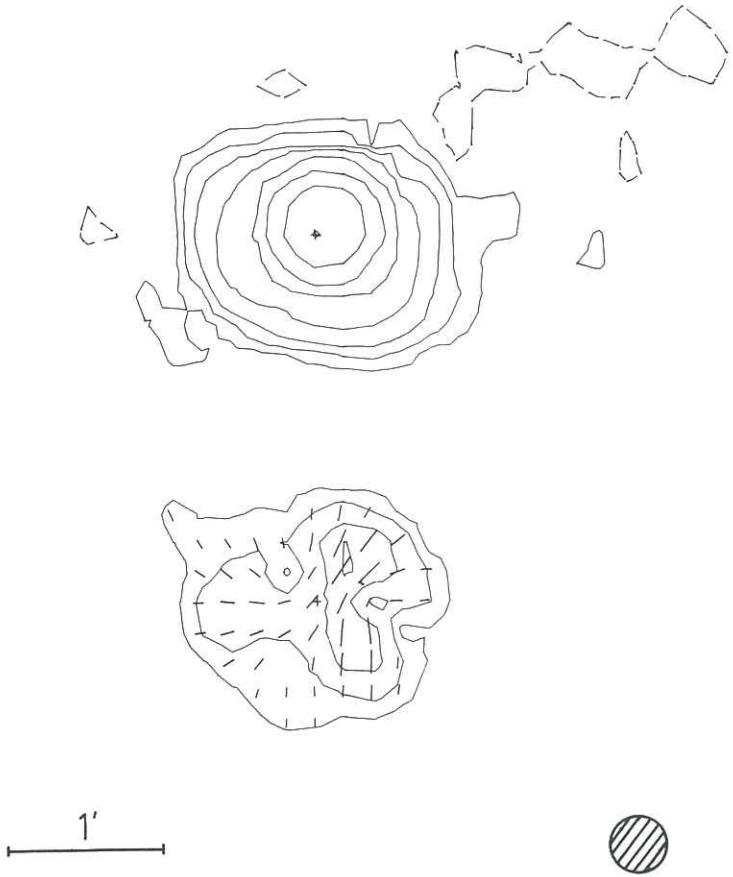
Hiernaast voerde hij met G. Blumenthal een gedetailleerd onderzoek uit naar de afhankelijkheid van de eigenschappen van 3C en 4C bronnen van radio spektrale index. Zij vonden dat de waargenomen effecten verklaard kunnen worden door een afhankelijkheid van de spektraal index van hetzij de lichtkracht verdeling hetzij de cosmologische evolutie van radiobronnen; dit vereist slechts een relatief kleine verandering in de lichtkrachtwet.



Figuur 3.3.2.

Deze plaat bevat het belangrijkste resultaat uit het proefschrift van B. Baud. Hij heeft gezocht naar oude sterren die krachtig stralen in een spectraallijn van hydroxyl. Deze sterren liggen in het vlak van de Melkweg en kunnen met de radiotelescoop tot op grote afstanden worden gevonden, veel verder dan mogelijk is met fotografische en andere optische middelen. Hierdoor kon Baud vrijwel als eerste, bewegingen onderzoeken van sterren die aanzienlijk dichter bij het centrum van het Melkwegstelsel liggen dan de sterren waarop de algemene theorie van sterbewegingen is gebaseerd. Het linker figuurtje (a) toont de bewegingen van sterren met een ouderdom van een paar miljard jaar; het rechtse figuurtje (c) die van aanmerkelijk jongere sterren. Terwijl de jonge sterren keurig ingeperkt zijn door de gestippelde en de getrokken lijn, zijn de oudere sterren dat niet. Dit betekent dat de banen van de oudere sterren in de loop van hun leven zijn gaan afwijken van de vrijwel cirkelvormige banen waarin nieuw geboren sterren zich bewegen. De jongere sterren daarentegen volgen deze cirkelvormige banen echter nog nauwkeurig.

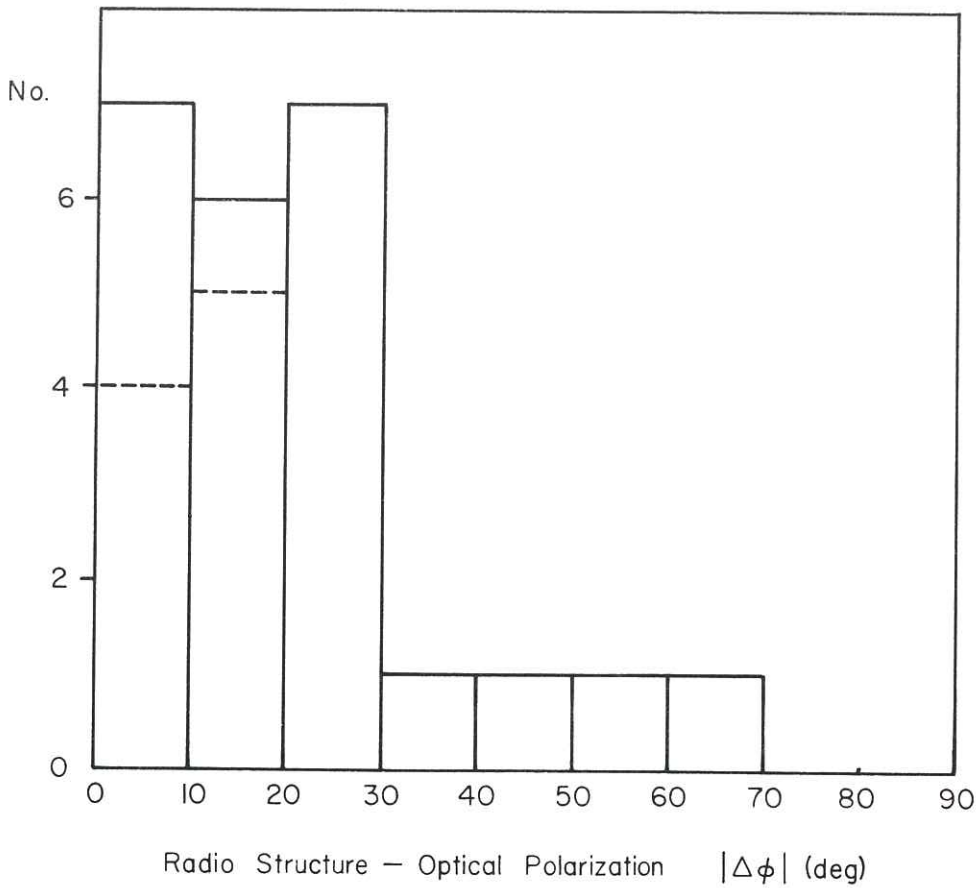
This diagram shows the most important result from B. Baud's thesis. He made a study of old stars which produce strong emission in one of the OH lines. These stars lie in the plane of the Milky Way and with a radio telescope can be found at great distances, much further than would be possible with photographic or other optical techniques. In this way Baud was essentially the first to study the motions of stars which lie much closer to the center of the Galaxy than stars upon which the general theory of stellar motion is based. The diagram on the left (a) shows the motions of stars several billions of years old; that on the right (c) those which are considerably younger. While the young stars are neatly enclosed by the dashed and solid lines, the older ones are not. This means that the older stars have orbits which, in the course of their lifetime, have come to depart from the nearly circular orbits in which newly born stars move. The younger stars, however, still follow circular orbits quite closely.



Figuur 3.3.3.

Markaryan 180, een BL Lacertae object met een gepolariseerde radiohalo. Het radiobeeld van dit object op 21 cm (boven) toont een kern-halo structuur, waarvan blijkbaar alleen de halo gepolariseerd is (onder). De vectoren van deze lineaire polarisatie laten zien dat het magneetveld vermoedelijk tangentiëel verloopt; nieuwe 6 cm waarnemingen zullen die veronderstelling misschien kunnen bevestigen.

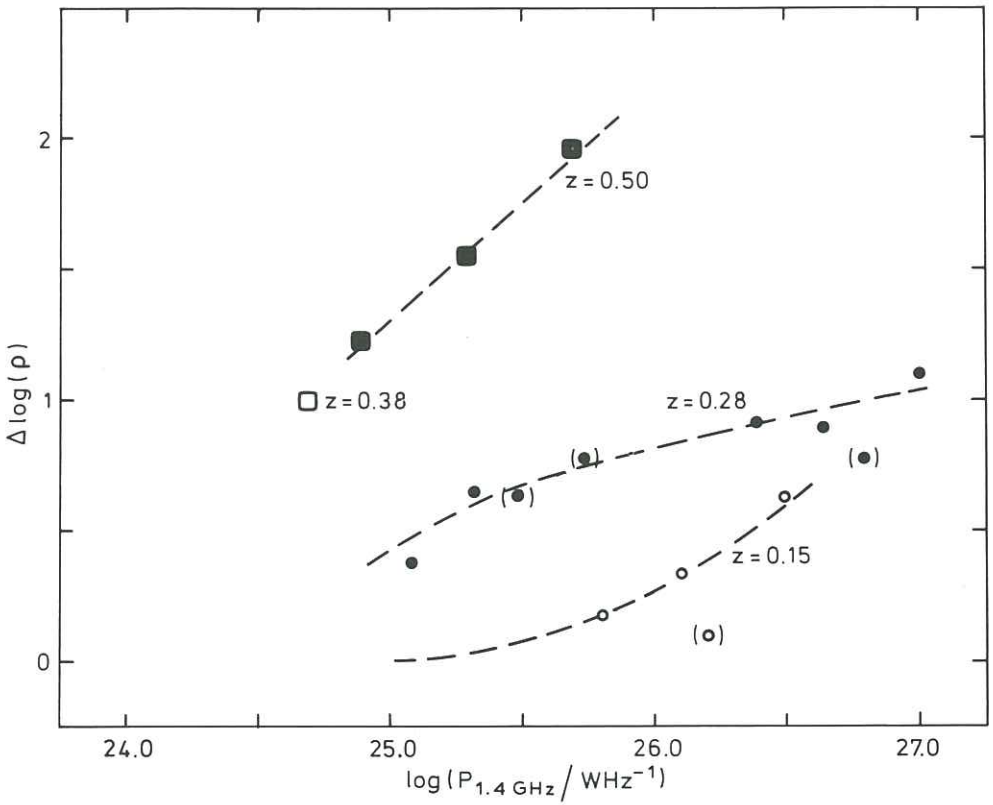
A contour plot of Markarian 180, a BL Lacertae object with a polarized radio halo. At 21 cm the total intensity (top) has a core-halo structure, of which apparently only the halo is polarized (bottom). The linearly polarized vectors show that the magnetic field is probably tangentially directed; new 6 cm observations may be able to confirm this suggestion.



Figuur 3.3.4.

Distributie van het verschil tussen de hoeken van de optische polarisatie en de radiostructuur van quasars. (Stockman, Angel en Miley, 1978). De optische polarisaties zijn in de Steward Observatory gemeten en de radiostructuren zijn grotendeels door de WSRT bepaald.

Distribution of the difference between the position angle of optical polarization and radio structure for quasars (Stockman, Angel and Miley, 1978). The optical polarization was measured at Steward Observatory and the radio structures were largely determined with the WSRT.



Figuur 3.3.5.

Dichtheid van radiostelsels op verschillende afstanden. De afstanden zijn aangegeven door de corresponderende Doppler-verschuivingen $z = \Delta\lambda/\lambda$; z correspondeert ook met de leeftijd van het heelal op het tijdstip dat de nu gemeten lichtgolven uitgezonden werden (zie tekst). ρ Is de bevolkingsdichtheid van de radiostelsels op dat tijdstip. P is een maat voor de intrinsieke radiohelderheid. (Proefschrift van De Ruiter.)

Density of radio galaxies at various distances. The distances are indicated by the corresponding Doppler shift $z = \Delta\lambda/\lambda_i$ z also corresponds to the age of the universe at that epoch when the radiation we observe was emitted. ρ is the density of radio galaxies at that epoch and P is a measure of their intrinsic radio intensity.

3.4. Radioastronomisch onderzoek aan de Sterrewacht te Utrecht.

Redaktie: A.D. Fokker.

In het kader van het Type I-projekt werden de eigenschappen van individuele stormstoten, zoals met de radiospectrograaf op databanden vastgelegd, beschreven door middel van een stel van 15 parameters. De student G. van der Burg zocht naar correlaties tussen diverse van deze parameters en vond daarbij aanwijzingen voor het bestaan van nog niet eerder opgemerkte correlaties. Voor nader onderzoek hiervan werden van nog meer stoten gegevens aan de databanden ontleend.

Op een manier, analoog aan de methode ontwikkeld door A. van Ballegooijen (zie vorig jaarverslag, p. 120) werd de polarisatiegraad gedurende het verloop van een aantal Type I-stoten bepaald. Gedurende een stoot blijkt de polarisatie constant te zijn, iets waarover in het bijzonder voor partiële polarisatie geen zekerheid bestond (zie Figuur 3.4.1.).

In sommige gevallen bleken stormstoten, die ogenschijnlijk enkelvoudig lijken te zijn (met een duur van ca. 0.3 sec.) toch nog een enigszins samengesteld tijdsprofiel te vertonen. Dit kan worden begrepen uitgaande van de denkbeelden van R. van Hees.

J. van Nieuwkoop had een aandeel in de verdere uitwerking van de door van Hees ontwikkelde hypothese over het ontstaan van de Type I continuumstraling.

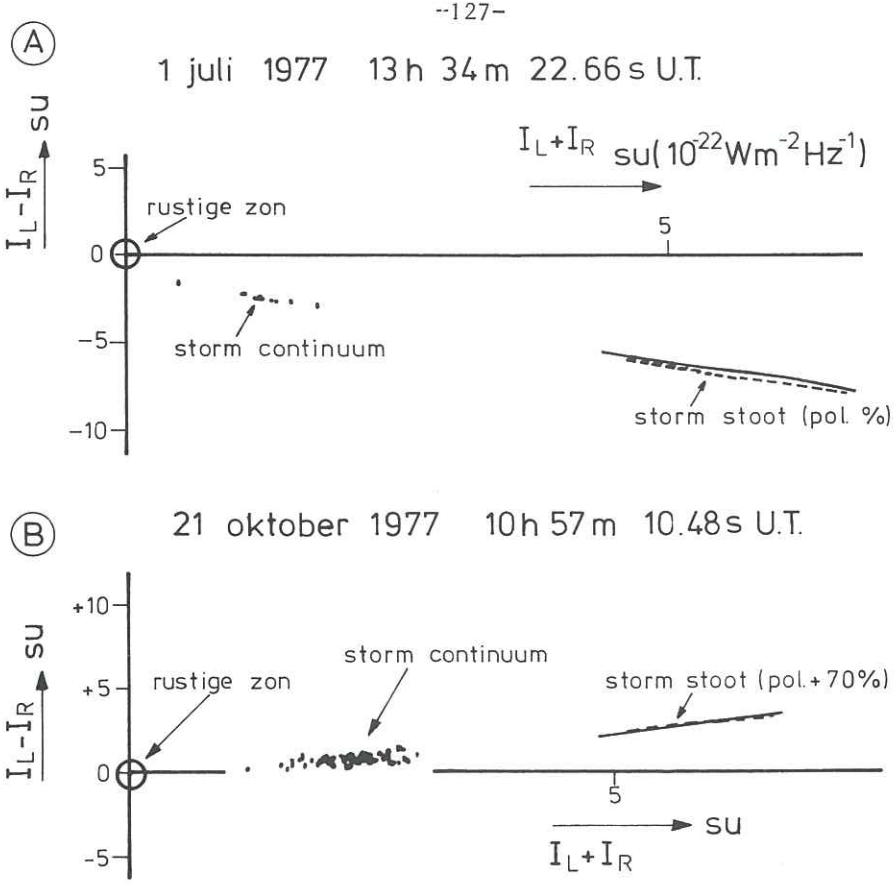
De student B. Dieters begon aan een onderzoek naar ketens van Type I-stoten aan de hand van het gedigitiseerde materiaal van spectrograaf èn 234 MHz interferometer.

De Type I stormstoot was onderwerp van twee "workshops", de eerste in Toulouse op 6 en 7 maart, de tweede in Dwingeloo op 2 en 3 november. Afspraken tot het doen van gemeenschappelijk onderzoek werden gemaakt met betrekking tot het vergelijken van positionele en spectrografische gegevens van stormstoten en inzake het storm-continuum.

De student P. Gommers begon aan een analyse van in het gedigitiseerde materiaal voorhanden Type III ("fast drift") stoten.

Het mechanisme van stootsgewijze versnelling van deeltjes in zonnevlammen (zie vorig verslag p. 120), waarover J. Kuijpers een publikatie deed verschijnen, lijkt fraai bevestigd te worden door de registratie die op 11 april 1978 werd verkregen met de 2.65 GHz fluxmeter van een grote mikrogolfuitbarsting (zie Figuur 3.4.2.). In het tijdsprofiel traden fluctuaties op met een typische halfwaarde duur van minder dan 0.04 sec. Dergelijke korte "spikes" waren in mikrogolfuitbarstingen nog niet eerder gesignaleerd.

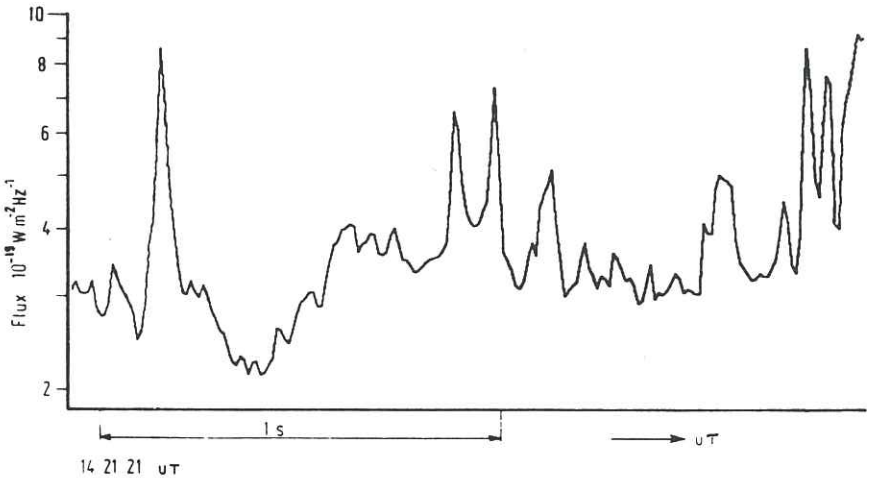
A. Kattenberg verrichtte met de student R. Sillen een onderzoek naar de stabiliteit van magnetische fluxbuizen. Steeds meer komt men tot het inzicht dat de corona boven een activiteitscentrum is opgebouwd uit lusvormige structuren die gerangschikt zijn



Figuur 3.4.1.

Voorbeelden van het polarisatieverloop in een Type I-stoot. Door de weergave van het verband van het verschil en de som van de circulaire polarisatie componenten kan de polarisatiegraad, de richtings coëfficiënt van de gevonden trajectoriën, bepaald worden onafhankelijk van de aangenomen rustige zon waarde ! De voorbeelden geven het verloop voor de frequentie met de hoogste fluxdichtheid voor de betreffende stoot. Van de stoot is alleen het deel met fluxdichtheden boven de helft van het maximum weergegeven en wel met getrokken lijnen voor de stijgende en gestreepte lijnen voor de dalende takken. Opvallend is de constantheid van de polarisatiegraad zowel voor de volledig gepolariseerde (A) als de partieel gepolariseerde (B) stoot, terwijl ook het continuum diezelfde polarisatiegraad vertoont.

The polarization of Type I bursts and continuum displayed in a graph of L-R polarization vs. total power. The polarization can now be determined separately for bursts and continuum and independently from the adopted quiet sun level, as the derivative of the trajectories for the burst and the continuum.



Figuur 3.4.2.

Fragment van een mikrogolf-uitbarsting tijdens een zonnevlam op 11 april 1978 op 2.65 GHz. Het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende fluxmetingen bedraagt 0.01 sec. Duidelijk komt de sterk gepiekte emissie tot uiting.

Fragment of a microwave outburst during a solar flare on April 11th 1978 at 2.65 GHz. The time interval between two successive flux measurements is 0.01 sec.

volgens de loop van magnetische veldlijnen. Beter inzicht in de eigenschappen van zulke fluxbuizen is van belang met het oog op het begrijpen van de radioverschijnselen, die in deze zelfde gebieden ontstaan.

A.D. Fokker vergeleek de mérites van verschillende configuraties van de WSRT ten aanzien van zonswaarnemingen. Ervaring werd opgedaan met een in mei 1978 gedane proefmeting (Bregman, Fokker, Kattenberg).

Onder leiding van J. van Nieuwkoop werkte de elektronische afdeling van de sterrewacht aan apparatuur die tijdens de waarnemingen van de zon met de WSRT zal worden gebruikt.

3.5. Radio-astronomisch onderzoek op het Laboratorio di Radioastronomia te Bologna, Italië.

3.5.1. Galactisch onderzoek.

C. Fanti, Mantovani en Tomasi zijn bijna gereed met de reductie van een groot aantal korte metingen op 21 cm van 45 radiobronnen uit de Bologna survey van het galactische vlak. Van een aantal tot dusver ongeclassificeerde of slecht bestudeerde bronnen wordt vermoed dat het supernova resten zijn. Verder zijn verscheidene complexe thermische bronnen met een grote hoekafmeting in kaart gebracht.

In samenwerking met Harten (Dwingeloo) onderzochten Felli, Tofani en Panagia het Sharpless 155 gebied in de Cepheus OB3 associatie (zie verder bij paragraaf 3.1.3.).

3.5.2. Extragalactisch onderzoek.

3.5.2.1. Quasars.

R. Fanti, Feretti, Giovannini en Padrielli voltooiden een onderzoek, gedaan op een golflengte van 21 cm, van een verzameling van 70 quasars die geïdentificeerd waren met bronnen uit de B2-catalogus. Zij vonden dat de hoekdiameter-roodverschuiving relatie (Θ-z relatie) voor de 24 quasars met bekende roodverschuiving dezelfde trend vertoond als gevonden was in vroegere onderzoekingen door anderen. Een groot aantal quasars uit deze verzameling vertoont een afvlakking van het radio spectrum op hoge frequenties. De aanwezigheid van deze spectrale afvlakking is sterk gecorreleerd met de verhouding tussen de radio en optische helderheden, die gewoonlijk aangeduid wordt met R. Dit effect kan verklaard worden door de spectrale superpositie van een steil normaal spectrum, afkomstig van een uitgebreide component, met een vlak of "omgekeerd" spectrum afkomstig van een compacte component in de kern. Deze radiokernen zijn relatief onbelangrijk voor grote waarden van R maar beginnen de straling van de uitgebreide component te domineren voor waarden van log $R < 3.5$.

3.5.2.2. Radiomelkwegstelsels.

R. Fanti, Gioia, Lari en Ulrich (Genève) voltooiden een gecombineerde radio-optische studie van 49 radiomelkwegstelsels helderder dan de 16.5 magnitude (visueel) die geïdentificeerd zijn met radiobronnen uit de B2-catalogus. Voor alle 49 melkwegstelsels zijn roodverschuivingen bepaald op Kitt Peak en het McDonald Observatorium (Austin). Deze verzameling bronnen is door Meyer, Ulrich, Fanti, Gioia en Lari gebruikt voor een bepaling van de

radiolichtkracht verdeling (RLF) van radiomelkwegstelsels in het roodverschuivings interval $0.06 \lesssim z \lesssim 0.15$. Een vergelijking van deze RLF met die van Auriemma et al. voor $z \lesssim 0.06$ leerde dat er geen significant verschil bestaat. Dit resultaat sluit die radiobron evolutie modellen uit die de breuk in de RLF toeschrijven aan het verdwijnen van bronnen met leeftijden korter dan of vergelijkbaar met de leeftijd van het heelal.

In samenwerking met Ekers (Groningen) zetten Parma, R. Fanti en Lari de studie van uitgebreide radiobronnen uit de B2-catalogus voort. De polarizatie analyse van het kop-staart stelsel B2 1615+35 werd voltooid. De resultaten hiervan leggen beperkingen op aan die modellen waarin turbulente versnelling van relativistische deeltjes een rol speelt. Verder werd een nieuwe bron ontdekt die aanwijzigingen vertoont voor het bestaan van "precederende bundels". (fig. 3.5.1.)

3.5.2.3. Statistisch onderzoek.

In samenwerking met J. Katgert (Leiden) onderzochten Lari en Padrielli de statistische eigenschappen van complete verzamelingen radiobronnen uit de 4C en B2 catalogi. De resultaten hiervan staan beschreven bij het Leidse deel van dit jaarverslag (hoofdstuk 3.3.).

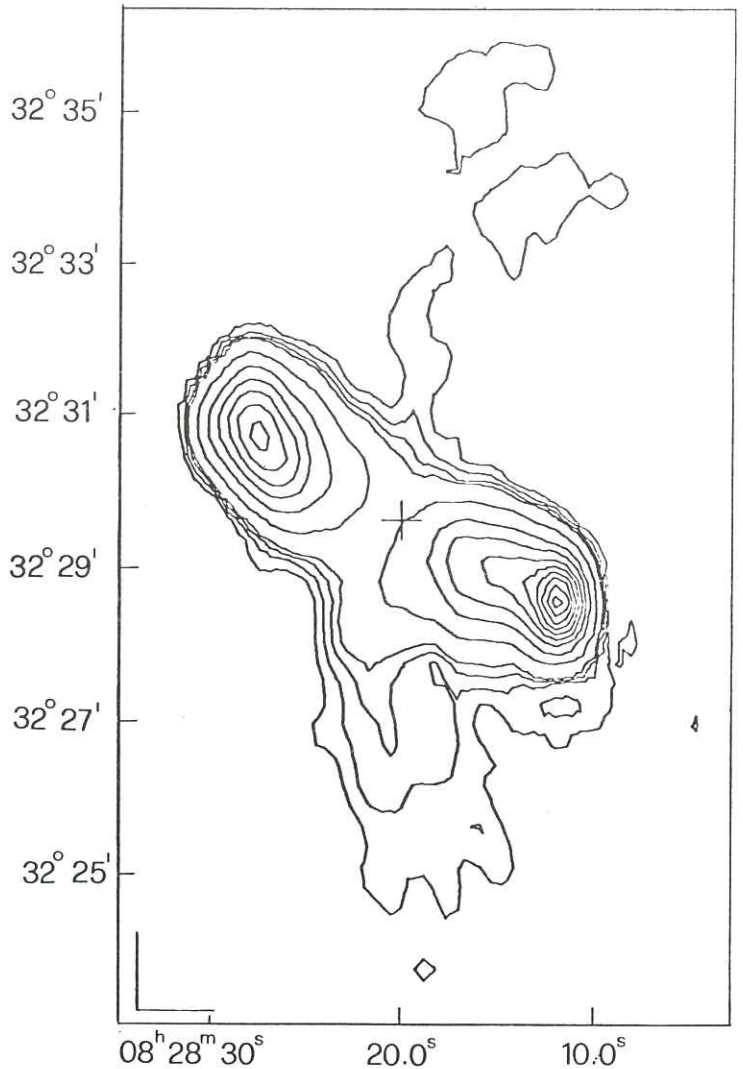


Fig. 3.5.1.
Contourkaart van de 1.4 GHz emissie van de radiobron B2 0828+32. Contourwaarden zijn 2.5, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 100, 125, ... mJy/bundel. De bron is geïdentificeerd met een melkwegstelsel van de 15e magnitude (visueel) met een roodverschuiving z = 0.0507.

The 1.4 GHz structure of the radio source B2 0828+32. Contour levels are 2.5, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75, 100, 125, ... mJy/beam area. The source is identified with a galaxy of m_v = 15 and z = .0507.

3.6. Verslag van de Programma Commissie.

door H. van Woerden, voorzitter.

Voor 't eerst bevat het Jaarverslag ditmaal ook een bijdrage van de Programma Commissie.

De Programma Commissie Dwingeloo-Westerbork, kortweg PC, heeft tot taak:

- kritische beoordeling van voorstellen voor waarnemingen met de teleskopen van de Stichting; toewijzing van teleskooptijd, stellen van prioriteiten en plannen van de "teleskoop-kalenders";
- toezicht op de voortgang van het astronomisch werk, gebaseerd op de genoemde waarnemingen: uitvoering en reductie van de metingen, analyse en publikatie van de resultaten.

Uiteraard krijgt het werk met de Synthese Radio Teleskoop te Westerbork daarbij de meeste aandacht.

De samenstelling van de PC per begin 1979 is in Appendix A van het Jaarverslag te vinden. De Groningse leden T.S. van Albada en R.J. Allen werden in september 1978 opgevolgd door W.M. Goss en R.H. Sanders; Weliachew (Meudon) nam de plaats in van A. Winnberg (Bonn); J.L. Casse volgde W.N. Brouw op als voorzitter van de Werkgroep. Met ingang van maart 1979 vertegenwoordigt J.G. Robertson de Dwingeloo-astronomen, als opvolger van R.G. Strom. De PC hield dit jaar zes gewone vergaderingen; bovendien kwam ze een dag met de Werkgroep samen, voornamelijk ter bespreking van lange-termijn plannen in de Stichting.

Dit jaar kwamen 306 voorstellen voor waarnemingen in Westerbork en 15 voor Dwingeloo ter sprake, een gemiddelde van 50 projekten per vergadering. Dit aantal is ongewoon hoog, ten dele doordat vele projekten meermalen aan de orde kwamen, als reeds toegewezen waarnemingen moesten worden uitgesteld. Maar ook het aantal nieuwe projekten, bijna 200 sinds najaar 1977, was zeer hoog. Over elk projekt wordt advies uitgebracht door twee "referees", uit de Commissie aangewezen specialisten; daarbij wordt gelet op wetenschapppelijk belang en urgentie van het projekt, op zijn technische haalbaarheid, geschiktheid voor de teleskoop in kwestie, op de kwalificaties van het team van medewerkers, persoonlijk belang bij een spoedige uitvoering, etc. De PC als geheel velt het eindoordeel, daarbij rekening houdend met al deze aspekten. Van elke beslissing kan, onder opgave van redenen, herziening worden gevraagd.

De drie voornaamste programma's in Dwingeloo waren: waarnemingen aan de zon (vgl. hoofdstuk 3.4. van dit jaarverslag), een survey van interstellaire OH-moleculen door Wouterloot, en een survey van waterstofgas met zeer hoge snelheden door Hulsbosch; voor de beide laatsten zie het Leidse verslag.

De in 1977/1978 in Westerbork beschikbaar gekomen nieuwe ontvangers openden nieuwe perspectieven voor vele astronomische projekten, en daarmee ook voor de PC. Bij de studie van continue straling werden gevoeligheid en meetsnelheid verbeterd door ver-

dubbeling van het aantal interferometers en vergroting van de bandbreedte; op 6 cm golflengte bovendien door verlaging van de systeemruis (met een factor 3 tussen 1977 en voorjaar 1979 !). De bestudeerde objekten reikten van Jupiter, op 600 000 000 kilometer, tot quasars en reuzen-radiostelsels aan de grens van het zichtbare heelal, op tien miljard lichtjaren - een factor van meer dan 10^{14} in afstand en 10^{16} in afmetingen.

Maar vooral bij het onderzoek van lijnstraling zijn de nieuwe mogelijkheden, geboden door het digitale line backend (DLB), indrukwekkend. De totale bandbreedte van het gemeten spectrum kan worden gevariëerd (met stappen van een faktor 2) tussen 78 kHz en 10 MHz, bij 21 cm golflengte corresponderend met resp. 16 en 2100 km/s; het aantal meetpunten in het spectrum kan worden gekozen tussen 7, 15, 31, 63, 127 en 255. De spectraallijn van neutrale atomaire waterstof bij 21 cm kon tot dusver in Westerbork slechts gemeten worden met 30 km/s scheidend vermogen in snelheid - een resolutie, vooral geschikt voor nabije sterrenstelsels. Dit jaar werden met het DLB waarnemingen gedaan van de detailstruktuur in interstellaire wolken, met 0.5 km/s resolutie, maar ook van sterrenstelsels in grote groepen (clusters), met 140 km/s resolutie. Op 6 cm golflengte werd de lijnstraling gemeten van waterstofatomen in heet, overwegend geioniseerd gas (temperatuur 10000°), maar ook die van formaldehyde-moleculen in donkere wolken van slechts enkele graden Kelvin. Een complete samenvatting van gedane waarnemingen wordt gegeven in het verslag van de Teleskoopgroep Westerbork.

De belangstelling voor deze nieuwe mogelijkheden was groot, en de beschikbare teleskooptijd in Westerbork werd dan ook zeer sterk overvraagd. Terwijl in vorige jaren gemiddeld 90% van de projekten kon worden geaccepteerd moest de PC vele interessante projekten kortwieken of tot volgend jaar uitstellen. Vele andere kon ze met enthousiasme aanvaarden; naar de resultaten ziet de PC, zo goed als de projektleiders, met ongeduld uit !

Hoe staat het met de afwerking van in vorige jaren ondernomen projekten ? Tussen december 1969 en september 1977 accepteerde de PC 445 voorstellen voor waarnemingen in Westerbork; deze projekten kregen tesamen ongeveer 35000 uur teleskooptijd (terwijl in 1970-1977 ca. 14000 uur aan calibraties werd besteed). De tabel geeft een overzicht van de status van deze projekten.

Het blijkt dat van deze 445 projekten ongeveer 30% nog in bewerking zijn; voor vele hiervan werden de waarnemingen uiteraard pas in 1977 of 1978 uitgevoerd. Ongeveer 20% van de projekten zijn afgerond, behalve dat de resultaten nog moeten worden gepubliceerd. Ruwweg de helft van de projekten is afgesloten; de meeste van deze hebben tot een of meer publikaties geleid. Uiteraard levert niet elk projekt publikaties op; soms blijken de resultaten niet de moeite waard. De 300 kleinere projekten (50 of minder waarneemuren) leidden tot 127 publikaties, de 145 grotere tot ongeveer 180.

In totaal kwamen uit de hier samengevatte projekten tot dusver ruim 300 publikaties voort, en er zijn er nog vele te verwachten. In feite kwamen bij deze inventarisatie enkele tientallen publikaties tevoorschijn, die nog niet in de jaarverslagen van de Stichting Radiostraling waren vermeld; deze publikaties (voor 't merendeel afkomstig van buitenlandse SRT-gebruikers) zijn als aanvulling bij de publikatielijst in het huidige Jaarverslag opgenomen.

Programma Commissie en Dagelijks Bestuur beschouwen de algemene stand der projekten, en de daaruit voortgekomen publikaties, als bevredigend. Het verkregen overzicht blijkt zo nuttig, dat de bedoeling voorzit, deze inventarisatie na enkele jaren te herhalen.

Bij bovengenoemde inventarisatie, en bij mijn andere werk als PC-voorzitter, heb ik veel hulp ondervonden van Mevr. J. Ekers-Brooks en de heer J.W. van Weerden.

Tabel

Overzicht van Westerbork projekten, geaccepteerd december 1969-september 1977 (stand van zaken per juli 1978)

Aantal projekten	445
Nog niet waargenomen	7
Waarnemingen nog in bewerking bij Stichting (Fouriertransformatie nog niet uitgevoerd)	23
In bewerking bij astronomen	98
Analyse afgesloten, publikatie in voorbereiding	85
Projekt afgesloten	216
Bewerking afgebroken maar niet afgerond	16
Aantal projekten dat tot publikaties heeft geleid	214
Aantal hieruit voortgekomen publikaties	>303

4. UITBOUW SYNTHESE RADIO TELESKOOP WESTERBORK.

Het streven naar aanpassen van de S.R.T. aan de astrophysische vraagstelling heeft in de loop der jaren geleid tot plannen voor uitbouw. De S.R.T. bestond uit 12 identieke teleskopen van 25 m diameter, opgesteld langs een oost - west lijn. Tien van de teleskopen (0-9) zijn vast geplaatst op een onderlinge afstand van 144 m., twee (A en B) zijn verrijdbaar (op railbaan) opgesteld ten oosten van de vaste teleskopen. Zij kunnen continue worden verplaatst op afstanden van 36 m tot 312 m van de dichtstbijzijnde vaste teleskoop.

Uit de vele voorstellen, die aan de orde geweest zijn, is uiteindelijk gekozen voor een uitbouw met twee verrijdbare teleskopen (C en D) identiek aan de bestaande, geplaatst op een railbaan van ca. 200 m lengte en 1.5 km van de huidige S.R.T. verwijderd. Zo zal een instrument ontstaan waarvan de unieke karakteristiek van de S.R.T., zijn grote dynamisch bereik gehandhaafd blijft, met een tweemaal beter scheidend vermogen, waardoor een achtmaal groter volume van het heelal in detail bestudeerd kan worden. De puntbrondetectie gevoeligheid zal een factor $\sqrt{2}$ maal beter zijn en de "confusion", het aanwezig zijn van teveel zwakke bronnen in het waarneemveld zal bij de langere golflengten minder storend zijn.

Bovenstaand plan kon in twee fasen worden uitgevoerd.

Fase I : het bouwen van twee nieuwe verrijdbare teleskopen en het plaatsen op de bestaande railbaan.

Fase II: het verplaatsen van deze teleskopen naar een nieuw te bouwen railbaan van ca. 200 m lengte op 1.5 km van de huidige S.R.T.

De aan deze fasering verbonden voordelen zijn tweeërlei:

astronomisch: Door het gereedkomen van fase I te laten samenvallen met de ingebruikname van het D.L.B. ontstond in begin 1978 een uiterst gevoelig instrument dat de zwakke strukturen in de nabije melkwegstelsels kan bestuderen met een optimaal scheidend vermogen in hoekmaat en frequentie.
Na het verplaatsen van de teleskopen kunnen verder weg gelegen stelsels worden bestudeerd, en kunnen vele bronnen die zich nu aan detailwaarneming onttrekken, op hun structuren in stralingssterkte, polarisatie en snelheidsveld worden onderzocht.

technisch: Door de fasering kan de Stichtingsmankracht zich bij iedere fase concentreren op die aspekten van de uitbouw die een juiste werking garanderen.
Bij fase I betrof dat de bekabeling van de teleskopen, het bouwen van additionele ontvanger-apparatuur en het bouwen van het D.L.B.; bij fase II zal dit vooral gaan om de uitbreiding tot een 3 km systeem met de daarbij optredende problemen wat betreft het vertragingslijn systeem, de ontvangerstabiliteit,

het leggen van de grondkabels en de gegevensverwerking, alsmede het precies uitmeten van het nieuwe railbaan tracé.

Met het in bedrijfstellen van de digitale lijnontvanger, werd vanaf het najaar 1977 met het 14 teleskopen-systeem waargenomen. Hiermede was fase I van het uitbouwprojekt van de S.R.T. afgerond. Inmiddels was besloten om over te gaan tot fase II van de uitbouw, het verlengen van de basislijn van 1.5 tot 3 km.

Deze fase kan gesplitst worden in twee onderdelen t.w.: het inrichten van het buitenstation en de verhuizing van de twee nieuwe verrijdbare teleskopen van de huidige railbaan naar die van het buitenstation, 1.5 km oostelijk gelegen in de bossen van Staatsbosbeheer. Het jaar 1977 werd voornamelijk besteed aan het treffen van voorbereidingen voor de bouw van het buitenstation, zoals o.a. het verkrijgen van de vergunningen; 1978 was het jaar van de uitvoering.

Nadat opdrachten daartoe waren gegeven, maakte de Grontmij te Assen een bestek en een begroting voor de terreinwerkzaamheden, en een bestek voor de betonconstructie van de railbaan. Wat dit laatste betreft zij opgemerkt, dat er aanvankelijk vanuit werd gegaan dat de nieuwe railbaan identiek aan de bestaande, d.w.z. onderheid, gebouwd zou worden. Op grond van de verkregen inzichten in de grondslag ter plaatse, betonconstructies en de berekeningsmogelijkheden m.b.v. computers, werd een onderzoek ingesteld naar andere constructiewijzen.
Dit resulteerde in een ontwerp van een niet-onderheide, doch een op staal - dus direkt op het zand - gebouwde railbaan. Daarbij bleek het gebruik van prefab betonelementen mogelijk. Een en ander leverde kostenbesparingen en een snellere uitvoering op.

De werkzaamheden aan de bouw van dit station werden vrijwel geheel uitbesteed aan derden en zijn onder te verdelen in:

1. grond- en terreinwerk	uitbesteed	bij	Grontmij te Assen
2. betonconstructie	"	"	Verstoep te Zuidbroek
3. kabelleggen	"	"	De Jonge te Hoogeveen
4. railbaan	"	"	Railbouw te Leerdam
5. precisie meetwerk	gedaan door		S.R.Z.M.

De opdrachten aan deze bedrijven werden in het voorjaar 1978 verstrekt.

Nadat alle vergunningen waren ontvangen, ving Staatsbosbeheer eind april aan met het boomvrij maken van het terrein, waarna de Grontmij medio mei met de terrein- en grondwerkzaamheden startte. Nog voor de zomervakantie was de Grontmij gereed met de eerste fase en kon Verstoep onder de direktie van de Grontmij overgaan tot het leggen van de betonfundering op staal en het plaatsen van de in hun fabriek vervaardigde betonelementen.

Inmiddels had het overleg met Railbouw een opdracht tot gevolg en kon de Stichting zich bij deze firma verzekeren van een partij normaal in de handel zijnde rails, die aan onze specificaties voldeed.

Begin oktober jl. was Verstoep gereed met het betonwerk, verrichtte de Grontmij het nodige grondverzet werk en ving Railbouw aan met de aanleg van de rail. De vorstperiode betekende een onderbreking van het werk; Railbouw zal zijn werkzaamheden in het voorjaar 1979 voltooien. Met de Grontmij is afgesproken dat in 1979 de verdere afwerking aan de wegen en het terrein gedaan zal worden. De fa. de Jonge benutte de afgelopen zomerperiode voor het leggen van alle kabels vanaf ons terrein naar het buitenstation.

Gezien de zeer hoge eisen die wij stellen aan de precisie van de plaats van de railbaan, een tolerantie van maximaal 1 mm, is grote zorg besteed aan het meetwerk aan de betonconstructie en de fijnafstelling van de rail. Dit meetwerk wordt geheel in eigen beheer en door eigen personeel verricht.

Het gehele werk werd en wordt gedaan onder supervisie van de Stuurgroep. Voor wat de samenstelling van deze groep betreft, wordt verwezen naar Appendix A- Organisatie.

Inmiddels worden voorbereidingen getroffen voor de verhuizing van de teleskopen in 1979. Voor de verhuizing zullen de teleskopen gedeeltelijk gedemonteerd moeten worden, de twee schotels zullen in zijn geheel vervoerd moeten worden. Daar deformatie van de schotels tot iedere prijs vermeden dient te worden en het af te leggen trajekt bepaald niet gemakkelijk is, is besloten voor het transport een terzake kundig bureau in te schakelen. Contact is opgenomen met de B.V. Engineering & montage service Snellen-Partner te Breda. Dit bureau is opgedragen een studie van de transportmogelijkheden en een kosten-taxatie te maken.

Medio mei 1979 zal de verhuisoperatie van start gaan; vanaf dat moment zal met de configuratie 10 vaste en 2 verrijdbare teleskopen op 1.5 km basislijn worden waargenomen. Vanaf begin november zal met een 3 km basislijn-instrument gewerkt worden.

5. VERHOGING VAN HET TIJD-OPLOSSEND VERMOGEN VAN DE SYNTHESE RADIO TELESKOOP WESTERBORK VOOR WAARNEMINGEN VAN DE ZON.

Nadat Utrechtse astronomen de wens hadden geuit de S.R.T. te gebruiken voor waarneming van de zon met hoog tijd-oplossend vermogen, zijn de mogelijkheden daarvoor onderzocht. Het was al gebleken dat het nieuwe digitale lijn "backend" (DLB) daarvoor de beste vooruitzichten bood.

Met het DLB bleek het mogelijk de uitleessnelheid zoveel op te voeren dat een minimaal interval van 0.1 sec bereikt wordt, door slechts een deel der kanalen uit te lezen. Door herverdeling van de beschikbare aansluitingen kunnen 40 interferometers met ieder twee complexe correlatoren gemaakt worden, een voor de totale intensiteit en een voor de circulaire polarisatie. De nieuwe 6/50 cm ontvangers zijn, door middel van inschakelbare verzwakkers en onafhankelijke frequentie omschakeling per polarisatie, geschikt gemaakt voor simultane waarneming op 6 en 50 cm van de zon. Aangezien de zonne signalen van een rustig niveau impulsief kunnen oplopen tot soms 20 dB daar boven, terwijl de SRT is ontworpen om zwakke signalen uit een tamelijk constant ruisniveau door correlatie te winnen, is het dynamisch gedrag onderzocht van de diverse schakelingen, i.h.b. de analoog naar digitaal omzetters. Vastgesteld kon worden dat deze ook voor zonnesignalen bevredigend werken.

De zonnemetingen zullen slechts gebruik maken van de zgn. "extra kanalen". Hiervoor is een speciaal on-line computer programma nodig. Met de betrokkenen van het Sterrekundig Instituut te Utrecht zijn afspraken gemaakt over de eigenschappen van dit programma zoals: sortering in spaakvorm (per uitlezing de correlatie producten in een reeks met aflopende basislijn lengte), globale "header" en "data" struktuur, "fringe stopping" procedure, etc. Het programma kwam echter nog niet gereed. In afwachting daarvan is een proefmeting gedaan met lage tijdresolutie en het normale waarneemprogramma ten behoeve van de Utrechtse studies van reductie procedures. Een proefmeting met de snelle, 0,1 s, waarneemmodus is in begin 1979 voorzien.

Voor de direkte weergave van de gemeten helderheidsverdeling op beeldbuis en film, de zgn. "real-time display and monitor" werd een opzet gemaakt, gebaseerd op gebruik van een digitale mini-computer en weergave eenheden zoals die van de 60-kanaals radiospectrograaf. Afgesproken werd dat het Sterrekundig Instituut te Utrecht voor de bouw van dit systeem zal zorgen met de nodige assistentie van de Stichting R.Z.M. Utrecht zal ook tijdens hun waarneemperiode een HP21MX computer beschikbaar maken. Over de koppeling van deze computer aan de SRT-computer is uitvoerig overlegd, evenals over de programmatische taakverdeling. In het bijzonder van belang is dat het, door het hoge uitleestempo, niet zeker is of alle on-line correcties in de SRT-computer uitgevoerd kunnen worden. Met name de zgn. Van Vleck correctie is voor zonne-

signalen tijdrovender daar hiervoor niet de gebruikelijke benadering, die uitgaat van lage correlatie coëfficienten, benut kan worden; immers zonnesignalen vertonen juist hoge correlatie coëfficiënten.

Ook is aandacht besteed aan het zoeken naar een oplossing voor simultaan meten van twee golflengten, 6 en 50 cm. Verschillende mogelijkheden zijn overwogen o.m. door de beide signalen in de vaste dan wel de verplaatsbare teleskopen op te tellen. Bij deze oplossingen blijft de teleskoop configuratie voor beide golflengten volledig beschikbaar, echter de calibratie wordt gecompliceerder, terwijl ook de signaal-ruis verhouding voor een golflengte beïnvloed wordt door het signaalverloop op de andere golflengte. Het betekent ook een zodanige complicatie van de waarnemingsprogrammatuur, dat de uitvoering ervan als een tweede fase gezien moet worden. Uiteraard geldt deze complicatie ook voor de bewerkingsprogrammatuur, in de eerste plaats van het "real-time display" en ook van de off-line reductie.

6. ENGLISH SUMMARY.

This chapter summarizes the main topics of this Annual Report for the benefit of our non-Dutch-speaking readers. It can thus 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 for this summary; e.g. section 6.2.1. is a guide to chapter 2.1. of the Report.

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

6.1. Report of the Board.

In this report the Board reviews some of the highlights of 1978. The first item which must be mentioned is the official commissioning of the DLB or Digital Line Backend for the SRT. This new receiver which adds an extra dimension to the SRT is the result of seven years of development, construction and testing. The added flexibility however is accompanied by a substantial increase in the complexity of the overall observing system.

In 1978, the decision was made to complete the baseline extension of the SRT in 1979. The two new telescopes C and D, commissioned in 1976, have been assembled on the original railtrack in a row with the two movable telescopes A and B. This configuration is being used extensively as a 40 interferometer - 1,5 km system. In 1978, a new rail track was constructed at the so-called "east station", a site 3 km away from the westernmost telescopes. The telescopes C and D will be dismantled, moved and reassembled at the outstation in mid-1979.

The successful use of the SRT for VLBI observations is also a highlight of 1978. This new observing mode in which the fourteen telescopes are organized in a tied array is very sensitive; the collecting area corresponds to that of 93 m diameter radiotelescope.

In 1978 the board approved the plans proposed for the observation of the sun during the coming solar maximum. The SRT can contribute significantly during the Solar Maximum Mission. The SMM is a satellite which carries a large number of instruments for solar experiments and will be operational from 1979 to 1981. The HXIS experiment on the SMM is a contribution of the Utrecht Observatory.

One important and unusual activity of the Foundation in the past year was the organization of an international colloquium on "Formation of images from spatial coherence functions in Astronomy" which was held in Groningen from 10th to the 12th of August. The colloquium was organized under the auspices of the IAU and URSI. Both the Ministry for Educations and Science and the IAU gave financial support.

A further point mentioned by the board in its report is its serious concern about the decrease in the financial support that the Foundation receives. This development is a consequence of the continuing economic recession of recent years. This situation hits the Foundation at a time when our observing facilities have been greatly increased and hence require more money than ever to be operated efficiently.

The World Administrative Radio Conference (WARC 79), which is to make frequency allocations for the next 20 years, is to be held in Geneva at the end of 1979. National Committees have already been preparing for this conference for more than a year. Realizing the importance of WARC 79 for Radio Astronomy, the Foundation invested a great deal of effort in 1978 in convincing the national officials of our difficult situation.

Some organizational changes have taken place with Foundation in 1978. In the first place, Dr. W.N. Brouw has passed the chairmanship of the management (Workgroup) to Ir. J.L. Casse. Dr. Brouw, who was the chairman of the Workgroup for four years, has resumed his function as Head of the Computergroup. Dr. J.D. O'Sullivan will take over from Ir. J.L. Casse as head of the Laboratory for the coming years.

As a result of the increased complexity of the SRT, the decision has been made to move the reduction group from Leiden to Dwingeloo. Calibration of the SRT data will, from the beginning of 1979, take place on the PDP 11/70 computer at the Dwingeloo Observatory. The map-making phase (Fourier Transform) remains a task for the IBM 370 computer of the University of Leiden. To reinforce the telescope group a new position has been created, to be filled by an astronomer who will work within the telescope group at Westerbork. Dr. A.G. Willis has been appointed to this position.

Cooperation between the Foundation and the users at the Universities is very satisfactory; the contributions of the Foundation astronomers is of great value in this respect. The combined meetings between Foundation and University staff (Program Committee meetings, Solar Commission meetings, Users meetings and Quality Monitoring Committee meetings) contribute significantly to the efficient running of our facilities. The board is particularly happy to witness the organisation of astronomical research in the Netherlands into a new body (ASTRON) which will work towards greater coordination of efforts.

In 1978 the General Board met twice. At these meetings the budgets and the long term planning were discussed and approved.

6.2. Departmental reports.

6.2.1. Westerbork Telescope Group.

On January 20th the Digital Line Backend (DLB) receiver was officially handed over to the telescope group. The new receiver system, which replaces the analogue correlator, yields a large number of observing modes, as indicated in appendix D. The increased complexity has made the task of the telescope group much more difficult. The situation was made worse by the fact that, at the time of commissioning, only a fraction of the online software was ready. Hence, during most of 1978, software development and testing had to take place in parallel with the observations.

The combination of complexity and software development had a noticeable effect on the observing efficiency. The usual observing scheme had to be altered in the third quarter of 1978, in order to guarantee an acceptable output.

The SRT was used in 1978 at 21 cm, 50 cm and 6 cm, as indicated in table 1, which lists the details of the scheduling. The 6 cm observations started in April with a completely rebuilt frontend system, which features a factor two improvement in sensitivity and a much wider tuning range. The very first observations with the new system were devoted to the planet Jupiter. The whole 6 cm observing period has unfortunately been severely handicapped by a position dependent hardware instability in the L.O. system of the frontends. Time consuming software corrections were devised after the errors had been fully understood.

In April 1978 the radiotelescope was used in a VLBI experiment for the first time. In this observing mode the telescopes are organised as a tied array, and hence the system yields a very much improved sensitivity. The observations were highly successful.

The 50 cm observations have suffered severely from instabilities in the ionosphere caused by the increasing solar activity. On the other hand, the T.V. interference in the 50 cm band seems to have been reduced to acceptable proportions with the new receiver.

At the end of the 6 cm observing session, telescope 0 was equipped with the first cooled 6 cm frontend of the forthcoming series. The receiver operated satisfactorily.

The receiving system is controlled by an on-line computer, which until the summer was an HP 2100. At that time, it was replaced by an HP 21 MX. The memory space available in the new computer reached 128 K words in December. This is enough to install the much more flexible RTE IV operating system.

Table II and figure 2.1.1. in the report of the telescope group give the telescope usage as a percentage of the total time. Table III lists the observing time per program, while tables IV to VI show the main characteristics of the observing policy over the last six years.

6.2.2. Dwingeloo Telescope Group.

The use of the 25 m telescope in Dwingeloo is outlined in table I. As can be seen, the efficiency is very high. Thanks to a series of modifications and improvements the failure rate has dropped drastically. The main remaining faults are caused by the steering computer system, which was long been due for replacement. The VLBI observations account for 5% of the telescope time. All but one were successful.

In 1978 the solar programs took a new orientation: that of spectroscopy between 500 and 670 MHz. From observations at a wavelength of 11 cm, a new phenomenon was discovered in the form of microwave spikes with very short timescales (about 20 msec).

In order to make possible routine observations of the sun, it was decided to investigate the possibility of using one of the two 7.5 m telescopes for that purpose. The tests have indicated a very acceptable efficiency of 60% and hence the plans are being carried out. A new receiver house has been built near the selected 7.5 m Würzburg telescope (west).

The elevator platform of the 25 m telescope failed towards the end of the year as a result of severe wear of one of the traction cables. This unfortunately forced postponement until the summer of 1979 of the plans to observe at 21 cm with the wide band digital correlator (40 MHz) which had just been completed.

In terms of telescope hardware improvements, we must mention the new azimuth read out system. The positioning systems for azimuth and elevation are also being redesigned.

The receivers presently available for the telescopes at Dwingeloo are listed in appendix D.

6.2.3. Computergroup.

During 1978 the computergroup was faced with the problems of making the transition between two completely different observing systems. At all three locations, Dwingeloo, Westerbork and Leiden, difficult problems had to be solved.

In Westerbork, as already mentioned in the telescope report, the main task has been to implement as quickly as possible the on line software package. This work, which also involved the necessary tests, had to be carried out in parallel with the observations. The main developments which took place in 1978 can be listed as follows:

a. increase of the number of options which can be used for spectral line observations. The first tests with the two bit mode have also been carried out.

b. extension of the number of possible interferometer configurations.

c. implementation of on line phase corrections for known effects, so that the observations achieve an accuracy of about 5°.

d. correction of the off-sets of the clipper-samplers.

e. improvement of the real-time operation for the purpose of simplifying the task of the operators and hence reducing the risk of errors.

f. implementation of the necessary software for tying the array for VLBI operations.

g. modification of the software in order to allow a reduction in integration time down to 100 msec. This option can only be used with a given configuration and has been requested for solar observations.

In the summer of 1978 the HP 2100 computer system was replaced by a HP21MX. This changeover has necessitated an intensive retuning of the on-line software. This step was essential for operation with the 3 km baseline.

At the observatory in Dwingeloo a large effort was made towards a new software package for calibration and correction of the WSRT data. In 1979 this will run on the PDP 11/70. Towards the end of 1978 the package entered the test phase.

In 1978 the reduction of SRT data took place as before on the IBM 370 computer of the University of Leiden. The task of the reduction group has been considerably more difficult than before. The group has been confronted with a much larger data rate (due to operation with the DLB), which furthermore had to be manipulated with a new off line software package. The many faults which one can expect from a completely new system have necessitated extra attention. The reduction group is in the process of being concentrated in Dwingeloo where the first phase of the reductions will take place (on the PDP 11/70). This reorganisation has unfortunately caused the group to lose some of its members.

6.2.4. Laboratory en Central Technical Services.

The Digital Line Backend (DLB) has behaved extremely satisfactorily since its official commissioning. In February, Ir. A. Bos, the designer of the DLB, left Dwingeloo for Sydney, Australia, where he will spend more than a year with CSIRO. A large fraction of his time in Sydney during 1978 was devoted to digital problems connected with the AOS or Acousto-Optical-Spectrometer. In exchange for Bos, the Foundation received reinforcement in the person of A. Hunt from CSIRO. Hunt, an expert in digital systems, is deeply involved in the design and construction of a new positioning system for the Westerbork telescopes.

A second large project was completed in 1978: the upgrading of the uncooled 6/50 cm frontends. The measured average system temperature is close to 120 K, while the tuning range at 6 cm has been significantly increased (4770 MHz to 5020 MHz). For 6 cm operations these frontends will be confined to the fixed telescopes in the long run. For the movable telescopes a series of cooled receivers is being assembled. In the second quarter of 1978 one

prototype cooled frontend was successfully tested on telescope 0 at Westerbork. The measured system temperature was about 60 K.

In 1978 we also took the first steps towards the next generation of frontends which will make use of a maser. With this program, it is hoped to reduce further the SRT system temperature (in the first instance at 21 cm wavelength).

The Fourier Display, whose main components are a scan converter unit and a television display, was used for the first time with SRT data. This new instrument produces two-dimensional maps from one-dimensional radial scans. It receives its input from the PDP 11/70 computer in Dwingeloo after it has performed the one dimensional Fourier Transform on the SRT data. The Fourier Display will enable quick inspection of the SRT maps.

Some work was necessary in order to convert the SRT into a tied array for VLBI. The video terminal used in this mode is the same for both the SRT and Dwingeloo; it is a Mark II C terminal which was completed in the first half of 1978. Several Foundation scientists have also been involved in a study, initiated by ESA (European Space Agency), which is investigating the possibility of using a communication satellite for VLBI. As a result of the first part of the study, the Foundation will organize a test in 1980, where two local oscillators are locked together by means of an existing communication satellite.

The new receivers for the observation of the sun are being "tuned" for the coming Solar Maximum Mission. This work involves the construction of a fast backend (1 msec) for the 60 channel spectrometer at Dwingeloo. In Westerbork the plans are to implement a 0.1 sec integration time observing mode for the SRT and an on-line display of the one-dimensional brightness distribution of the sun.

Another important project made good progress in 1978: the DCB or Digital Continuum Backend. The first part, the digital delay unit for the 3 km baseline, is practically ready. In 1979 this unit will replace the existing analogue delay system which is still used at present by the DLB.

In the summer of 1978 an effort was made to solve the SRT missing spacing problem. Using measurements from Penticton, a procedure was worked out, and is being tested, for the recovery of the missing 18 m spacing.

The overall bandwidth of the 256 channel digital correlator for Dwingeloo has been increased from 10 MHz to 40 MHz by using interleaving techniques. Observations in the new receiver mode will be made in the middle of 1979 when one of the Westerbork wideband cooled frontends becomes available.

6.2.5. Astronomy Group.

During 1978 an average of 6 astronomers occupied the positions available within the Foundation Astronomy Group. A summary of the

research done in 1978 by these astronomers appears in section 6.3.1. The service tasks of these astronomers cover a wide range of activities.

The Foundation's library, which until December was administered by Strom, has been taken over by Hamaker. Strom will carry on with his duties as Head of the group for another two years.

The administration of the pre-print and reprint system was the responsibility of Robertson. About 40 preprints appeared in 1978.

Regular astronomical contacts with the telescope group in Westerbork came under the care of Rots for the main part of 1978. Later De Bruyn, who joined the group in September, took over his task.

Schilizzi remains responsible for coordinating VLBI work within the Foundation. Many VLBI experiments, in Dwingeloo and Westerbork, took place in 1978. Schilizzi and Rots have made a lot of effort in developing computer programs for VLBI. The implementation of phase closure and VLBI line data reduction were given special attention. In addition, Schilizzi carried on with his participation, together with O'Sullivan, in the study, set up by ESA (European Space Agency) to look into the possibility of using communication satellites for VLBI work.

The preparation for the World Administrative Radio Conference (WARC 1979) to be held at the end of 1979 has also required heavy involvement of the Foundation in 1978. Schilizzi represents the astronomers in the study group.

Forster, who joined the Foundation in July, is involved with the calibration of SRT line data, particularly for galactic objects. Together with Noordam he has also participated in the reduction of the Penticton line measurements of NGC 6946 which will be used for recovering the missing short base line information. Rots was involved with a different solution of the same problem.

The QMC (Quality Monitoring Committee) met at intervals of about two months. The composition of the group changed a few times in the course of 1978. At the end of 1978 the QMC members were R.G. Strom (chairman), J.K. Katgert-Merkelijn (Leiden, U.J. Schwarz (Groningen), J.D. Bregman, T.A.Th. Spoelstra, E. Raimond and H.W. van Someren Grêve. The committee was involved in the detection of several imperfections in the Westerbork map, and actively participated in the discussions concerning solutions of those problems. Two open meetings were held, one in Leiden and one in Groningen. At these meetings the users of the SRT were invited to come with their problems and in many cases received advice about the procedure to be used for the reduction of their data.

The VLBI observing program for 1978 is listed in section 2.5.5. It shows a substantial increase in our VLBI activities, when compared with the previous years. The use of the SRT yields a collecting area equivalent to that of a 93 m dish. Used in combination with European telescopes such as Effelsberg and

Jodrell Bank a very sensitive system is obtained. This is particularly suitable for the study of weak compact objects.

The astronomy group has continued to play an active part in optimizing the contacts with the astronomers outside the Foundation, particular in Leiden and Groningen. A computer terminal which can communicate with the University computers at Leiden and Groningen has been installed at Dwingeloo. This has produced a significant simplification in the task of the Foundation's astronomers.

With the launching date of the IRAS satellite approaching, Raimond's advisory activities in this project have increased. He has been involved in four consultations of about one week each in the USA.

A list of colloquia given by the Foundation astronomers can be found in appendix E.

6.2.6. Administration of the Foundation / General Affairs.

Four new positions, two with the computergroup, one with the telescope group and one with the Office, have been granted by our sponsor, the Netherlands Organisation for the Advancement of Pure Research (ZWO). Three of these positions were filled by the end of the year. The fourth position will be occupied in the middle of 1979 with the arrival of the telescope group astronomer A.G. Willis.

The shortage of space in the observatory building at Dwingeloo has forced us to make plans for a substantial extension. The council of ZWO has, in principle, approved our plans, which call for an extention of about 1000 m^2. A large fraction of this space is to be used for the PDP 11/70 computer installation, which in 1978 had to be moved into a temporary building on the observatory site.

The telephone exchange at the observatory was far too small for the number of people it served. A new exchange with 100 phones, extendable to 200, and 12 outside lines has been purchased. The old installation with 45 phones will be moved to Westerbork, where it will replace the existing system with 30 phones.

Fire prevention at the observatory has also been given careful attention. An automatic alarm system has been installed in the main working areas.

The budget of the Foundation for 1978 is given in appendix C. It is divided into a maintenance budget (Gewoon Subsidie) and an investment budget which is intended for new hardware for our observing facilities.

6.2.7. Personnel Council.

Many activities have been discussed both formally and informally between the Management and the Personnel Council. Out of the many topics which have been treated, special mention must

be made of the matter concerning the regular evaluation of the quality of the work done by the personnel. The discussions resulted in an agreement to hold an evaluation meeting once a year, at which any mutual problems can be discussed.

6.3. Astronomical Reports.

6.3.1. Astronomical Research done by Foundation Staff Members.

Of the ten Foundation staff members directly involved in astronomical research, most come from the Astronomy Group as might be expected. The accent of their work remains in the field of extragalactic continuum studies, though the past year has seen increased activity in line work. There has also been substantial galactic and solar research done.

One of the year's highlights was the growth in VLBI observations. Kapahi and Schilizzi observed "hot spots" in the lobes of distant 3C sources, obtaining substantially better sensitivity than previously by observing with the Effelsberg 100 m telescope and Westerbork (used as a tied array). The results of this project show that double radio sources at large redshisfts have fine structure similar to that found in nearby objects, although there are indications that the linear sizes of the "hot spots" decrease with increasing redshifts.

Other VLBI observations done in 1978, including a second session using Westerbork, are still in the reduction stage. Schilizzi together with a large number of colleagues has submitted for publication the results of earlier measurements made on the nuclear source in 3C236. These show that one of the three strongest components clearly lies off of the main axis of the radio source, suggesting that there may have been a change in the direction of that axis. Strom and Willis completed their three frequency study of 3C 236 done with the WSRT. Among their conclusions are that the components are built up by discrete subcomponents which deliver bursts of energy to them, and that the component morphology may be to some extent determined by events in or near the nucleus.

Other extragalactic continuum work invluded studies of a number of clusters of galaxies by Kapahi, Robertson and Strom in combination with several groups of university and foreign astronomers. Forster has devoted much time to finishing his 23 GHz study of Virgo A. begun while he was at Berkeley. De Bruyn continued work on optical and radio continuum studies of Seyfert galaxies begun at Hale Observatories.

In the area of extragalactic line research, Raimond has begun reducing WSRT 21 cm observations of the elliptical galaxy NGC 4278, being done with several foreign colleagues. Rots has prepared

his HI survey of nearly 60 extended galaxies for publication. Included in this is a companion of IC 342 which was unexpectedly discovered during the survey. De Bruyn has begun 21 cm line observations of several Seyfert galaxies.

Of the galactic studies, mention should be made of several projects in which Harten participated to map HII regions. Forster and others have begun analyzing formaldehyde observations of DR21 made with the WSRT, while Rots and Shaver reduced H109α measurements of Sgr A made with Dwingeloo. Forster has analyzed his 23 GHz synthesis observations of the Crab Nebula while Strom and several foreign colleagues continued work on the probable supernova remnant CTB 80.

Slottje discovered intensity variations during a solar flare with time scales of 20 milliseconds or less. Their existence has implications for acceleration processes and current theoretical models. Spoelstra has begun monitoring a recent nova and a gamma ray source, to both detect radio emission and look for variability.

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

The highlight of 1978 for the Groningen radio astronomers was the arrival of a M70/E Image Computer (Fig. 3.2.20.) from International Image Systems - Stanford Technology Corporation. This system has been named GIPSY - The Groningen Image Processing System. The M70/E is a peripheral of the PDP11/70 multiproject computer of the Computer Centre of Groningen University. As an addition to the system a video disk (RP-3332, Information Processing Systems) is being used to investigate the velocity fields of galaxies studied in the 21-cm HI line from Westerbork. The hardware and software of the image computer have now been tested and many members of the radio-astronomy group have been busy developing software for this new system. The use of the GIPSY system in the processing of WSRT data is illustrated in Fig. 3.2.12, 3.2.13, and 3.2.21.

During 1978 two Ph.D. theses were completed and successfully defended: (1) A. Bosma "The distribution and kinematics of neutral hydrogen in spiral galaxies of various morphological types". Bosma is now a postdoctoral fellow at Mt. Stromlo and Siding Spring Observatories (Australia). (2) H.C.D. Visser "The Dynamics of the Spiral Galaxy M81", Visser is presently a NATO Postdoctoral Fellow at the University of California, Berkeley. The thesis projects of K. Hummel (Fig. 3.2.1, 3.2.2, and 3.2.3) and C.G. Kotanyi (Fig. 3.2.5 and 3.2.6) made substantial progress and completion is expected in 1979. A film for Dutch national television was produced in 1978 by Seth Shostak "Onderzoek van de Melkweg" (Exploring the Milky Way). This film portrays the development of galactic research in The Netherlands in the 20th century.

The investigations of the structure of nearby galaxies using the WSRT HI system were continued in 1978. Examples of this type of investigation are Stephan's Quintet (Fig. 3.2.8), the double galaxy NGC 4490/85 (Fig. 3.2.9), and M101 (Fig. 3.2.10 and 3.2.11). These observations were obtained with the 80-channel line receiver which was used at Westerbork from 1971 to 1977.

The analysis of recombination-line (H109α) observations of compact HII regions in our Galaxy were continued in 1978 (80-channel backend). Both W49 and W51 (Fig. 3.2.14) were completed (thesis project Jacqueline van Gorkom) and show a wide range of line-to-continuum ratios). Clear evidence of stimulated emission and pressure broadening has been obtained.

The 5120 Digital Line Backend (DLB) was initially used in 1978 for observations in the HI line. Examples of extragalactic observations are: (1) the cluster Abell 262 (Fig. 3.2.12) was observed with a 10-MHz bandwidth (2100 km s^{-1}). (2) The irregular galaxy NGC 4214 (Fig. 3.2.13) was observed with 63 frequency points and a velocity resolution of 16 km s^{-1}.

The DLB will also be quite suitable for galactic work (e.g. high-frequency resolution HI emission and absorption, recombination lines at 6 and 21 cm, H_2CO at 4829 MHz). Test observations of high-resolution HI absorption (Fig. 3.2.18) have elucidated the problems of calibration of galactic HI observations. An HI observation of the weak point source (485 mJy) CL4 in the direction of the Cygnus Loop demonstrates the sensitivity now possible. An observation of the high-velocity cloud HVC 132.23-211 with the DLB (Fig. 3.2.6) has also been completed.

Work on both the theoretical aspects of radio galaxies (Sanders and Nepveu) continued in 1978 as well as observations (Fig. 3.2.5 and Fig. 3.2.19). The jet in the head-tail radio galaxy NGC 7385 (PKS 2247+11) has been studied optically and with the WSRT at 6 cm (Fig. 3.2.7) (Ekers and Simkin). The variability of the compact source in Sgr A at 6 cm has been studied by Ekers and Sanders. No changes in excess of 15% have been observed on time scales between 30 seconds and several days.

6.3.3. Radio-astronomical research done at Leiden Observatory.

One of the year's highlights was the completion of three large projects begun several years ago in Leiden. These are the Dwingeloo OH survey, the WSRT 1415 MHz survey of background radio sources, and the first phase of a Westerbork study of clusters of galaxies. They form the basic material for the doctoral thesis of Baud, de Ruiter and Valentijn, respectively. Another important thesis project completed this year was van Albada's study of the radio continuum and hydrogen line emission from the galaxy NGC 4258.

In Leiden there has also been an expansion of the data reduction capacity by the acquisition in 1978 of a Comtal display

system. In its basic form this makes it possible to display up to four intensity arrays of 512 x 512 points in color. By the end of the year the system, which interfaces with a PDP11 computer for its data input, was being used on a regular basis by astronomers. Eventually it will form part of a general interactive data reduction package.

Other significant research in 1978 includes the "joint NASA-Westerbork project" to study Jupiter, of which the 21 cm observations have been reduced (see Fig. 3.3.1). The reduction of 6 cm measurements made in the course of the year is underway. The 1612 MHz Dwingeloo survey completed by Baud in May 1977 and its subsequent analysis are found in his thesis which was successfully defended in 1978. One of its principal conclusions is summarized in Fig. 3.2.2. Other galactic research includes a study of molecular (OH) clouds being made by Wouterloot, research on high velocity hydrogen clouds being carried out by Oort and Hulsbosch, and observations by Isaacman (with Wouterloot, Habing and Oort) of planetary nebulae in the galactic center region. The year also saw progress in studies of a number of supernova remnants being carried out by J. Dickel, and work by H.R. Dickel on several HII regions.

On the extragalactic front, there was progress in the study of a number of nearby galaxies. Van Albada's work on NGC 4258, mentioned above shows that the kinematics of this unusual galaxy can be readily explained by assuming it to be a barred spiral. Work on the large M31 project, being carried out by Brinks and others, has continued with the first 21 cm (line and continuum) observations made with the DLB system. New line measurements have also been made of a number of other nearby galaxies, including Seyferts. There have also been continuum studies of galaxies with active nuclei (see Fig. 3.3.3).

In the field of more distant extragalactic sources, mention has already been made of Valentijn's thesis research, including studies of clusters such as Hercules, Coma and A 1367. Miley and Hartsuijker finished their study of over 100 quasars and Miley has combined some of these data with optical information to find some interesting correlations (see Fig. 3.3.4). Van Breugel, together with others, has continued his work on the study of several extended radio galaxies. De Ruiter completed his thesis research on source counts and optical identifications (see Fig. 3.3.5), and other work in this field has been done by Katgert, Windhorst, Katgert-Merkelijn and others.

6.3.4. Radio-astronomical research done at Utrecht Observatory.

In the so-called Type I - project several parameters describing the burst were derived and intercompared. In particular it was noted that the degree of polarization throughout a Type I burst is constant (Figure 3.4.1) and that sometimes fine structure is present in single short-lived storm bursts. The matter of the

relation of single bursts to chains was taken up. The analysis of digitized data was also extended to Type III bursts.
The Foundation was host to a workshop on Type I bursts on November 2 and 3. Contributions from Utrecht dealt with the strength of the magnetic field in Type I sources and with the nature of the Type I storm continuum.

In a microwave outburst on April 11 strong intensity fluctuations were recorded at 2.65 GHz with a characteristic duration of about 0.04 sec. (Fig. 3.4.2). This evidence supports a mechanism suggested by J. Kuijpers according to which particles are accelerated pulse-wise.

The stability of magnetic flux tubes was analysed by A.Kattenberg.

6.3.5. Radio-astronomical research using Foundation instruments done at the Laboratorio di Radioastronomia in Bologna, Italy.

In the study of 45 galactic sources chosen from the Bologna survey, C. Fanti, Mantovani and Tomasi have found a number of new supernova remnant candidates. They have also mapped several complex thermal sources. Work on extragalactic objects has continued with structural studies of a large number of sources. R. Fanti, Feretti, Giovannini and Padrielli have completed work on a sample of 70 quasars selected from the B2 catalogue. They have examined properties such as size, luminosity, redshift and spectral index in interpreting their data. A number of other projects are being carried out by Gioia, Lari, Parma, Ulrich and others to study properties of radio galaxies. One of the objects mapped is shown in Fig. 3.5.1.

6.3.6. Program Committee Report.

Since this is the first time we include a separate report from the Program Committee (PC), the chairman has taken the opportunity to summarize its main tasks:

- critically evaluate proposals to observe the SRT in Westerbork and the telescopes in Dwingeloo;
- allocate telescope time to projects which have been accepted and set observing priorities;
- plan the telescope observing calendar;
- oversee the progress of astronomical work based on allocated observing time: carrying out the observations, their reduction and analysis, and the publication of the results.

In 1978, some 306 proposals for the SRT and 15 for the Dwingeloo telescope were handled, i.e. about 50 projects per meeting. These numbers include many proposals which appeared more than once on the agenda. In previous years, on average, about 90%

of the proposals were granted observing time. However, the present figure is much lower as increased pressure on the telescope has necessitated the postponement or rejection of many projects. Each proposal is reviewed by two referees, members of the PC, who evaluate its scientific importance and the project's urgency. Technical implications and the qualification of the research team are also thoroughly checked.

The three main projects for which the Dwingeloo telescope has been used recently are observations of the sun, a survey of interstellar OH molecules being carried out by Wouterloot and a high velocity neutral hydrogen survey which Hulsbosch is doing.

In Westerbork, various new receivers (see laboratory and telescope group reports) have opened new perspectives. In particular the increased sensitivity at 6 cm with improved frontends, a doubling of the number of interferometers and the commissioning of the Digital Line Backend (DLB) are of great importance. Before 1978 our velocity resolution at 21 cm was limited to 30 km/s. With the DLB, interstellar clouds and clusters of galaxies can be observed with respective resolutions of 0.5 km/s and 140 km/s. Formaldehyde molecules in dark clouds with temperatures of only a few K are now within our reach.

In the table we find an inventory of the status of 445 SRT projects which were approved between December 1969 and September 1977. These 445 projects required some 35000 hours of observing time and about 14000 hours calibration. The table indicates that of the 445, 7 have not yet been observed, 23 are in the reduction phase and 38 at the interpretation level. Of the remaining projects 216 have been completed while another 85 are nearly at that stage. In total some 214 projects resulted in about 303 publications of which roughly 127 were the result of shorter projects (50 hours observing or less).

6.4. Extension of the Synthesis Radio Telescope.

The prediction in the 1977 annual report, that the outstation would be ready at the end of 1978 was almost fulfilled, but due to unfavourable weather conditions, the last operation of this phase of the baseline extension could not be completed on schedule: the two rails are in position on their concrete foundations but still need to be adjusted to the required accuracy before they are finally fastened.

The concrete foundation for the new rails differs from the old one, which consists of concrete piles driven into the ground. The foundation for the extension consists of a flat concrete slab resting on sand and onto which a vertical concrete slab is fastened. The rail is secured on top of the vertical slab. This construction method has made a considerable saving in cost and construction time possible.

In parallel with the work on the rails the underground

cabling system was installed. At the end of 1978 the cables and the outstation receiver house were ready.

With the final phase of the baseline extension the two new telescopes (C and D) will be dismounted, moved to the outstation and remounted. This last operation will start in the middle of May 1979. Barring unforeseen circumstances, the SRT will have been extended to a 3 km baseline by about November 1979.

6.5. Increase of the time resolution of the S.R.T. for solar observations.

At the request of the Utrecht solar group the possibility of substantially increasing the SRT data rate has been investigated. It was concluded that, providing the configuration was restricted to 80 channels, the digital backend was performing well down to 100 msec sampling time. The restricted configuration yields the 80 complex correlation coefficients corresponding to the 40 available baselines.

The upgraded 6/50 cm frontends have also been designed to cope with the strong signals from the sun, while the dynamic range of the clipper-sampler proved adequate.

Three items required special attention. In the first place the on-line software had to be adapted to the new configuration. The data from the correlator is corrected and Fourier transformed in separate HP21MX computer, on loan from the Utrecht Observatory and for which additional software had to be developed. The results are recorded on magnetic tape and will be displayed on-line by a special purpose monitor which is being built at the Utrecht Observatory.

6.6. Appendices.

Appendix A shows the organisational structure of the Foundation. The main constituents are: Board (Bestuur), Management (Werkgroep), Program Committee (Programma Commissie), Foreign Advisers (Buitenlandse Adviseurs), Solar Committee (Zon Commissie), Steering Committee for SRT extension (Stuurgroep SRT uitbouw) and Personnel Council (Personeelsraad).

Appendix B gives the names of the Foundation employees: Administration (B.1.), Telescope Group (B.2.), Central Technical Services (B.3.), Laboratory (B.4.), Computer Group (B.5.), and Astronomers (B.6.).

Appendix C shows the operating budget (C.1. and C.2.) and the Investment budget (C.3.).

Appendix D is a short review of the Foundation's observing facilities at Westerbork and Dwingeloo.

Appendix E lists the publications and reports published in 1978 and related to observations made with the Foundation's facilities.

Appendix A. ORGANISATIE (per 1 januari 1979).

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

	Einde termijn
* Prof. Dr. H. van der Laan, voorzitter	31-12-1980
* Prof. Dr. H.C. van de Hulst, vice-voorzitter	31-12-1982
* Dr. H. van Woerden, sekretaris	31-12-1979
Prof. Dr. H. Brinkman	31-12-1979
Prof. Dr. A. Dymanus	31-12-1980
* Ir. C. Kramer	31-12-1982
Dr. R.D. Ekers	31-12-1982
Prof. Dr. C. de Jager	31-12-1979
Ir. F.R. Neubauer	31-12-1982
* Dr. Ir. J. van Nieuwkoop	31-12-1979
Prof. Dr. F.L. Stumpers	31-12-1981
Dr. Ir. K. Teer	31-12-1980
Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier	31-12-1982

* 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 direkteur van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO) wordt uitgenodigd de bestuursvergaderingen bij te wonen.

A.2. Werkgroep.

Ir. J.L. Casse, voorzitter
A.H. Schöller, sekretaris, Hoofd van het Bureau
Dr. W.N. Brouw, Hoofd Computergroep
Ir. J.F. van der Brugge, Hoofd Centrale Technische Dienst
Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Teleskoopgroep Dwingeloo/Westerbork
Dr. J.D. O'Sullivan, Hoofd Laboratorium (waarnemend)
Dr. R.G. Strom, Hoofd Astronomengroep (waarnemend)

A.3. Commissies.

Programma Commissie.

Dr. H. van Woerden, voorzitter
* Ir. J.D. Bregman, sekretaris
* Ir. J.L. Casse
Dr. W.M. Goss
Dr. T. de Jong
Dr. P. Katgert
Dr. J. Kuijpers
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. R.H. Sanders
* Ir. C. Slottje
* Dr. T.A. Th. Spoelstra
Dr. R.G. Strom
Dr. L. Weliachew

* leden qualitate qua

Buitenlandse Adviseurs.

Dr. J.A. Högbom	Stockholm Observatorium	Zweden
Dr. J.B. Oke	Hale Observatory	U.S.A.
Dr. V.R. Radhakrishnan	Raman Institute	India
Dr. S. Weinreb	N.R.A.O.	U.S.A.
Dr. L. Woltjer	E.S.O.	Duitsland

Zon commissie.

Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, voorzitter
Dr. J. Kuijpers, sekretaris
Prof. Dr. H.G. van Bueren
Dr. A.D. Fokker
Dr. T. de Groot
Dr. P. Hoyng
Prof. Dr. M. Kuperus
Ir. C. Slottje

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

Stuurgroep SRT uitbouw.

Ir. H.C. Kahlmann, voorzitter
A.H. Schöller, sekretaris

Ir. B.G. Hooghoudt, projektleider
Dr. W.N. Brouw
Ir. J.L. Casse

A.4. Kontaktpersonen instellingen.

Ir. F.J. van Hutten, L.E.O.K., Oegstgeest
Prof. Ir. C.A. Muller, T.H. Twente
Prof. Ir. B.P.Th. Veltman, T.H. Delft.

A.5. Personeelsraad S.R.Z.M.

J. Buiter, voorzitter
B. Kramer, sekretaris
H.J. Stiepel, vertrouwensman
K. Brouwer
K. Jansen
Ir. J.E. Noordam.

A.6. (Inter)nationale commissies.

Nederlands Comité Astronomie - Dr. W.N. Brouw
Sectie Sterrekunde Academische Raad - Dr. W.N. Brouw
Ir. H.C. Kahlmann
(als adviserende leden)
Nationaal U.R.S.I. Comité - Drs. J.P. Hamaker
Inter Union Commission for the Allocation of Frequency -
Ir. J.D. Bregman/
Ir. H.C. Kahlmann
Waarnemer Nationale CCIR - Schaduwcommissie II -
Ir. J.D. Bregman/
Ir. H.C. Kahlmann
Lid Special Preparatory Meeting - group van de Nationale CCIR-
Dr. R.T. Schilizzi
I.R.A.S. - Dr. E. Raimond
Rijkscommissie voor Geodesie - Dr. W.N. Brouw
Uitvoerend sekretaris voor Commissie 40 - I.A.U.-
Dr. R.G. Strom
Leden van de E.S.A.-Astronomy Working Group on satellite V.L.B.I.-
Ir. A. van Ardenne
Dr. R.T. Schilizzi

Appendix B. PERSONEEL (per 1 januari 1979).

Voorzitter van de Werkgroep — Ir. J.L. Casse

B.1. Bureau van de Stichting.

1.	Hoofd van de afdeling	A.H. Schöller
2.	Administratief medewerker	J. Duinkerken
3.	Administratief medewerker	N.B.B. de Vries
4.	Sekretaresse	Mevr. J.H. Millenaar-Ekkelenkamp
5.	Administratief medewerkster	Mej. W. Smit
6.	Administratief medewerkster	Mej. H.J. Streutker
7.	Administratief medewerkster	Mej. M. ter Wal
8.	Typiste/telefoniste	Mej. M. van der Laan
9.	Concierge/onderhoudstechnikus	H. Sieders
10.	Huishoudster	Mevr.W. Sieders-Barkhof
11.	Kantinebeheerster	Mej. L.J. Streutker
12.	Schoonmaakster 1)	Mevr. A. Bentum-Zoer
13.	Schoonmaakster 1)	Mevr. H. Eising-Zoer
14.	Schoonmaakster 1)	Mevr. R. Kiers-Fledderus
15.	Schoonmaakster 1)	Mevr. E. Oosterloo-Scheffer
16.	Schoonmaakster 1)	Mevr. T. de Weerd-Barels

1) part-time

B.2. Teleskoopgroep.

1.	Hoofd van de afdeling	Ir. H.C. Kahlmann
	te Dwingeloo	
2.	Hoofd waarneembedrijf	Ir. C. Slottje
3.	Waarnemer	B. Kramer
4.	Waarnemer	J. Tenkink
	te Westerbork	
5.	Systeemfysikus	Ir. J.D. Bregman
6.	Wetenschappelijk waarnemer	Dr. A.G. Willis
7.	Ontvangeringenieur	A.C. Hin
8.	Projekt technikus	A. Wolfers
9.	Hoofd waarneembedrijf	W.H.J. Beerekamp
10.	Systeem software beheerder	S. Drenth
11.	Radioastronomisch waarnemer	P. van den Akker
12.	Radioastronomisch waarnemer	T. Grit
13.	Radioastronomisch waarnemer	S. Sijtsma

14.	Gegevensverwerker	vakature
15.	Ontvanger technikus	H.J. Stiepel
16.	Computer technikus	J.A. Jongebloed
17.	Mechanisch technikus	J. Stolt
18.	Mechanisch technikus	A. ter Wiel
19.	Elektrisch technikus	K. Jansen
20.	Telefoniste/typiste	Mej. G. Jager
21.	Bewaker/tuinman	K. Kreeft
22.	Bewaker/tuinman	H. Oostenbrink
23.	Bewaker/tuinman	H. Wijma/D.J. Haanstra
24.	Schoonmaakster 1)	Mevr.R.Heling-Rosing
25.	Schoonmaker 1)	J. Heling
26.	Stagiair	

1) part-time

B.3. Centrale Technische Dienst.

1.	Hoofd van de afdeling	Ir. J.F. van der Brugge
2.	Hoger elektronikus	W. Huiskamp
3.	Hoger technikus	R.J.H. van 't Land
4.	Hoger meettechnikus	B.A.P. Schipper
5.	Hoger technikus	D. Hoogenraad
6.	Technisch dokumentalist	G.B.B. van der Toorn
7.	Elektronisch technikus	H.J. Borkhuis
8.	Elektronisch technikus	K. Brouwer
9.	Elektronisch technikus	J. Buiter
10.	Elektronisch technikus	O.A. Hofman
11.	Elektronisch technikus	Y.J. Koopman
12.	Elektronisch technikus	A.M. Koster
13.	Elektronisch technikus	L. Nieuwenhuis
14.	Elektronisch technikus	P.H. Riemers
15.	Elektronisch technikus	N. Schonewille
16.	Elektronisch technikus	H. Snijder
17.	Elektronisch technikus	P.A. Wesdorp
18.	Elektronisch technikus	S. Th. Zwier
19.	Fotograaf	H.W.H. Meijer
20.	Magazijnmeester	P.C. Jager
21.	Hulpkracht	J. Grit
22.	Stagiair	
23.	Stagiair	
24.	Stagiair	
25.	Stagiair	
26.	Stagiair	
27.	Stagiair	
28.	Stagiair	
29.	Chef instrumentmakerij	I. Starre
30.	Sous-chef instrumentmakerij	M. Pauw
31.	Mechanisch technikus	J. Bakker

32.	Mechanisch technikus	M. Bakker
33.	Mechanisch technikus	J.S. Dekker
34.	Mechanisch technikus	J. Idserda
35.	Mechanisch technikus	G.J.M. Koenderink
36.	Mechanisch technikus	R.C.V. van Schie
37.	Technisch tekenaar	R. van Dalen
38.	Technisch tekenaar	J. Slagter

B.4. Laboratoriumgroep.

1.	Hoofd van de afdeling (waarnemend)	Dr. J.D.O'Sullivan
2.	Ingenieur	Ir. A. van Ardenne
3.	Ingenieur	Ir. A. Bos
4.	Ingenieur	Drs. J.P. Hamaker
5.	Ingenieur	Ir. J.E. Noordam
6.	Ingenieur	Ir. L.H. Sondaar
7.	Hoger elektronikus	A. Doorduin
8.	Hoger elektronikus	A. Koeling
9.	Hoger elektronikus	Ing. R.P. Millenaar
10.	Hoger elektronikus	L.J. van der Ree
11.	Hoger elektronikus	J.F.N. Roosjen
12.	Hoger elektronikus	Ing. E.E.M. Woestenburg
13.	Elektronisch technikus	R. Kiers
14.	Elektronisch technikus	A.G. Poot
15.	Elektronisch technikus	J. Weggemans

B.5. Computergroep.

1.	Hoofd van de afdeling	Dr. W.N. Brouw
	te Dwingeloo	
2.	Systeem ontwerper	Dr.R.H. Harten
3.	Systeem ontwerper	Dr. E. Raimond
4.	Systeem ontwerper	Drs. H.W. van Someren-Grêve
5.	Systeem programmeur	C. van Slooten
6.	Programmeur	G. 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
	te Leiden	
	Centrale Reduktiegroep	
11.	Hoofd reduktiegroep	Dr. T.A.Th. Spoelstra

12.	Programmeur	G.H. Determan
13.	Programmeur	J.J. Schafgans
14.	Programmeur	K. Weerstra
15.	Administratief assistente 1)	Mevr. T.H.G. Selter-Roeleveld

1) part-time

B.6. Astronomen.

1.	Hoofd van de afdeling (waarnemend)	Dr. R.G. Strom
2.	Astronoom	Dr. A.G. de Bruyn
3.	Astronoom	Dr. J.R. Forster
4.	Astronoom	Dr. J.G. Robertson
5.	Astronoom	Dr. A.H. Rots
6.	Astronoom	Dr. R.T. Schilizzi

B.7. Werkstudenten.

1.	J.W. van Weerden	1)
2.	Mevr. H.A. Versteege-Hensel	1)
3.	P.J. Evenhuis	1)
4.	A.A.J. Houtsma	1)

1) part-time

B.8. T.A.P.-regeling.

1.	Ingenieur	Drs. J. van Os
2.	Radioastronomisch waarnemer	G. Kuper.

Appendix C. FINANCIEN.

C.1. Overzicht van het Gewoon Subsidie 1978.

71	Algemene en Bureaukosten	f	208.000,=
73	Radiosterrenwacht Dwingeloo (beheer)	f	253.000,=
74	Teleskoopgroep Dwingeloo	f	96.000,=
75	Centrale Technische Dienst	f	213.000,=
76	Laboratorium	f	357.000,=
77	Radiosterrenwacht Westerbork (beheer)	f	220.000,=
78	Teleskoopgroep Westerbork	f	194.000,=
79	Computergroep	f	115.000,=
80	Onderhoud aan opstallen en instrumenten	f	67.000,=
81	Astronomen	f	4.000,=
	Totaal Materiëel Subsidie	f	1.727.000,=
70	Salaris Subsidie	f	6.013.000,=
	Totaal	f	7.740.000,=

C.2. Gewoon Subsidie.

1979	f	8.000.000,=

C.3. Investerings Subsidie.

1977	f	2.000.000,=
1978	f	2.325.000,=
1979	f	2.910.000,=

Appendix D. STICHTINGSWAARNEEMFACILITEITEN.

Het onderstaande overzicht wil een inzicht geven 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.) die ook voor de niet radiosterrenkundigen misschien interessante mogelijkheden kan scheppen.

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, 4 bevinden zich op een oost-west railbaan van ca. 300 m lengte aan het oostelijk uiteinde van de rij met vaste teleskopen, en kunnen iedere willekeurige positie op deze railbaan innemen. Samen synthetiseren deze teleskopen een radioteleskoop met een diameter van 1.5 km. De teleskopen hebben een richtnauwkeurigheid van 15 à 20 boogsec. en een oppervlakte nauwkeurigheid van 1.5 à 2 mm.

Voor deze teleskopen zijn de volgende front-ends (ontvangers voor het primaire brandpunt) beschikbaar:

Golflengte:	6 cm	21 cm	50 cm
Verstembaar over:	4770-5020 MHz	1365-1425 MHz	607-610 MHz
Aantal polarisaties (met onafhankelijke ontvangers):	2 dipolen per front-end	2 dipolen per front-end	2 dipolen per front-end
Systeemtemperatuur:	120 K	90 K	325 K

De signalen uit de front-ends worden allemaal langs identieke, fase en gain stabiele, kabelstructuren naar het hoofdgebouw geleid, waar een compensatie vertragingslijn kan worden ingeschakeld per dipool (dus 28 totaal), en de signalen in een back-end ontvanger kunnen worden ingevoerd. De huidige back-end ontvanger

is een digitale kruis correlator (DLB genoemd) waarvan de hoofd specificaties in de tabellen 1 en 2 zijn weergegeven.

configuratie mode	aantal frequentiepunten per correlatieprodukt	aantal correlatie produkten			
		1 x	2 x	1 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: Correlator configuraties.

De twee variabelen bij 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 geselekteerde 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 één interferometer kan op deze wijze gemeten worden. De getallen tussen haakjes zijn die voor de twee bit correlatie mode die een 40% 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 objekten 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. Eén en ander volgens de volgende formule:
aantal simultane onafhankelijke metingen x aantal polarisatie

produkten 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 uurs meting met 40 interferometers zijn:

	10 MHz continuumstraling in mJy *			62 kHz lijnstraling in K.sin δ	
Golflengte	6 cm	21 cm	50 cm	6 cm	21 cm
5 x rms	.4	.3	1.15	12.6	9.9

* 1 mJy is gelijk aan $10^{-29} Wm^{-2} Hz^{-1}$

De standaard integratietijd is een veelvoud van 10 sec. Een speciale optie laat ook een integratietijd van 0.1 seconde toe.

VLBI configuratie: Met gebruikmaking van het DLB en een Mark II C video recorder is de SRT geschikt voor het doen van VLBI waarnemingen. Hierbij worden de teleskopen niet als interferometers ge-

koppeld, maar in een optelconfiguratie (met een equivalente diameter van 93 m) geschakeld.
Dit geheel van teleskopen en ontvangers (front-ends en back-ends) wordt gestuurd met een HP21MX computer, en de gegevens worden op magneetband gezet. Standaard zijn slechts beperkte combinatie mogelijkheden aanwezig (in tabellen 1 en 2, zwart omlijnde modes), maar speciale configuraties zijn vaak wel te verwezenlijken.

1.2. Waarnemen met de SRT.

Voor het doen van waarnemingen wende men zich tot de Programma Commissie (zie App. A3). Men dient in het algemeen een waarneemformulier in te vullen en een wetenschappelijke argumentatie van 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 één van de astronomen binnen de SRZM.

2. Waarneemfaciliteiten Dwingeloo.

2.1. 25 m teleskoop.

Diameter: 25 m, altazimuth opstelling
Richtnauwkeurigheid: ca. 1 boogmin.
Oppervlaktenauwkeurigheid: 2 à 2,5 mm.

De karakteristieken van de ontvangers beschikbaar voor deze teleskoop zijn in tabellen 3 en 4 weergegeven. De daarmee bereikbare gevoeligheden berekend voor een integratietijd van een uur zijn:

	18/21 cm in mJy 10 MHz continuum	18/21 cm in K 78 kHz lijn
5 x rms	10	0.001

De teleskoop en ontvangers worden gestuurd met een on-line computer. Reduktie van de resultaten is te Dwingeloo mogelijk. De gegevens worden op magneetband weggeschreven.

2.2. 7,5 m teleskopen.

Diameter:	7,5 m
Aantal:	2 op 154 m van elkaar
Richtnauwkeurigheid:	ca. 2 boogmin
Oppervlaktenauwkeurigheid:	ca. 1 cm

2.3. 3,5 m/80 cm teleskopen.

Diameter:	3,5 m	80 cm*
Richtnauwkeurigheid:	ca. 30 boogsec	ca. 30 boogsec
Oppervlaktenauwkeurigheid:	1 à 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 teleskopen zijn in tabel 4 weergegeven.

Voortrap (F.E.)				Eindtrap B.E. digitale correlator		Reductie
systeem	Tsys	Freq.bereik	Polari-satie	Bandbreedte en resolutie	T	
21 cm	42K	1405-1428 MHz	lin	10MHz-67kHz in 8 stappen van $\frac{1}{2}$x; 256 kanalen	0.1 s	op PDP11/70: plots van gecalibreerde spectra
18 cm U.C.	37K	1580-1725 MHz (2 l.o.'s)	L. of R.C.P.	40,20 of 10 MHz of 2x10MHz-2x67kHz; 256 kanalen of 2x 128 kanalen; 1 of 2 bits	0.1 s	idem
reserve SRT F.E.'s 21/6 cm UC:	(buiten S.R.T. periode voor dit systeem)					
21 cm	45K	1350-1440 MHz	lin	40,20 of 10 MHz, of 1x10MHz-67kHz verder als boven	0.1 s	idem
6 cm	50K	4770-5020 MHz	lin	als boven	0.1 s	idem

Tabel 3. Ontvangers met grote gevoeligheid voor gebruik in de 25 m teleskoop (10 fu/K)

Voortrap F.E.						Teleskoop		Eindtrap (B.E.) filterbank		registratie	Bewerking
systeem	Tsys	Freq.bereik	Pol.	meet-bereik	ontv. kan.	d_m	$fu/_K$	Bandbreedte en resolutie	T		
60-kan. radio spectrograaf	1100K	509-666 MHz (400-880 MHz)	L en R.C.P.	15 dB v.a. q.s.l.	log	25 (7.5	10 80)	160MHz,60kan. van 0.9MHz div. afstemmodi	6 ms (1 ms)	35mm film, papier, strook,geselecteerde delen op mag.band	foto's, calibratie, data selectie tijd- en freq.prof. van mag. band registraties
11,715 GHz flux monitor	350 K	10672-10691 en 10733-10753 MHz dubbel zijband	1 lin	10 dB v.a. q.s.l.	lin	0.8	7.10^3	39 MHz	100 ms 44 ms	papierstrook; mag.band tijdens dig.	tijdprofielen spectrografie
2,65 GHz flux monitor	1175K	2620±6 en 2680±6 MHz	L + R.C.P. L+R	11 dB v.a. q.s.l. 30 dB	lin log	3.5	400	24 MHz	100 ms 8.8 ms	papier mag.band als boven	tijdprofielen

Tabel 4. Ontvangers vooral voor zonswaarneming. (Tussen haken: Komt in 1979 beschikbaar).

Appendix E. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN.

E.1. Onderzoek artikelen.

Allen, R.J., Baldwin, J.E., Sancisi, R., 1978. Radio continuum observations of the edge-on disk galaxy NGC 891, Astron. Astrophys. 62, 397.

Allen, R.J., van der Hulst, J.M., Goss, W.M., Huchtmeier, W., 1978. The giant spiral galaxy M101. III. Integral properties of several companion galaxies obtained from neutral hydrogen measurements and a discussion of the stability of the M101 group, Astron. Astrophys. 64, 359.

Baars, J.W.M., Dickel, H.R., Wendker, H.J., 1978. The Cygnus X Region X: The riddle of the Gamma Cygni Radio Source Resolved, Astron. Astrophys. 62, 13.

Bosma, A., 1978. The distribution and kinematics of neutral hydrogen in spiral galaxies of various morphological types, Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.

Ekers, R.D., Kontanyi, C.G., 1978. NCG 4472: the weakest radio galaxy? Astron. Astrophys. 67, 47.

Ekers, R.D., Fanti. R., Lari, C., Ulrich, M.-H., 1978. Two head-tail radio sources in poor clusters. Astron. Astrophys. 69, 253.

Ekers, R.D., Goss, W.M., Kotanyi, C.G., Skellern, D.J., 1978. NGC 612 - a radio galaxy with a disk, Astron. Astrophys. 69, L21.

Felli, M., Harten, R.H., Habing, H.J., Israel, F.P., 1978. A high-resolution search for small scale structure in Sharpless H II regions at 4995 GHz. The catalogue, Astron. Astrophys. Suppl. 32, 423.

Felli, M., Harten, R.H., Israel, F.P., 1978. A high-resolution search for small scale structure in Sharpless H II regions at 4995 GHz. I. Catalogue, Astron. Astrophys. Suppl. 32, 423.

Felli, M., Tofani, G., Harten, R.H., Panagia, N., 1978. The thermal radio emission from the S 155 nebula and the Cepheus OB3 association, Astron. Astrophys. 69, 199.

Fokker, A.D., 1978. Solar radio emission, in "Illustrated glossary for solar and solar-terrestrial physics", A. Bruzek and C.J.

Durrant eds, D. Reidel Publ. Cy.

Goss, W.M., Matthews, H.E., Winnberg, A., 1978. High-resolution observations of the W33 complex at 2.8, 6, 18 and 21 cm, Astron. Astrophys. 65, 307.

Goss, W.M., Tritton, K.P., Longmore, A.J., 1978. Observations of two low-latitude radio galaxies, Astron. Astrophys. 70, 423.

Heyvaerts, J., Kerdraon, A., Mangeney, A., Pick, M. and Slottje, C., 1978. Polarization and location of metric radiobursts in relationship with the emergence of a new magnetic field, Astron. Astrophys. 66, 81.

Hamaker, J.P., 1978. Atmospheric delay fluctuations with scale sizes greater than one kilometer, observed with a radio interferometer array, Radio Science, 13, 873.

Harris, D., Miley, G.K., 1978. Westerbork Observations of Five Fields centered on Abell Clusters of Galaxies, Astron. Astrophys. Suppl. 34, 117.

Harten, R.H., Felli, M., Tofani, G., 1978. A study of the radio continuum emission of the giant H II region S 132, Astron. Astrophys. 70, 205.

Hulsbosch, A.N.M., 1978. A high sensitivity survey of hydrogen at very high velocities (Preliminary report), Astron. Astrophys. 66, L5.

Kapahi, V.K., 1978. Hot spots in the outer lobes of extragalactic radiosources, Astron. Astrophys. 67, 157.

Katgert-Merkelijn, J.K., 1978. A Catalogue of sources found at 610 MHz with the WSRT: Source parameters and Identifications, Astron. Astrophys. Suppl. 31, 409.

Kruit, P.C. van der, Bosma, A., 1978. Optical surface photometry of the barred spiral galaxy NGC 5383. Astron. Astrophys. 70, 63.

Kruit, P.C. van der, Bosma, A., 1978. The rotation curves and orientation parameters of the spiral galaxies NGC 2715, 5033 and 5055, Astron. Astrophys. Suppl. 34, 259.

Kuijpers, J., 1978. Pulsed acceleration in solar flares, Astron. Astrophys. 69, L9.

Matthews, H.E., Shaver, P.A., Goss, W.M., Habing, H.J., 1978. Observations of H II regions near OH 43.79-0.13 and OH 48.61 +

0.02, Astron. Astrophys. 63, 307.

Mebold, U., Goss, W.M., van Woerden, H., 1978. HI gas in den Galaxien NGC 1291 und 1326, Mitt. Astron. Gesellschaft 43, 113.

Miley, G.K. Hartsuijker, A.P., 1978. Radio Intensity and Polarization Distribution of Quasars at Three Frequencies, Astron. Astrophys. Suppl. 34, 124.

Oosterbaan, C.E., 1978. A Westerbork 1415 MHz Survey of Background Sources - IV Angular Size Distribution and Source Counts, Astron. Astrophys. 69, 235.

O'Sullivan, J.D., Ekers, R.D., Shaver, P.A., 1978. Limits on cosmic radio bursts with microsecond time scales, Nature vol. 276, no. 5688, p. 590, Dec. 1978.

Pedlar, A., Davies, R.D., Hart, L., Shaver, P.A., 1978. Studies of low-frequency recombination lines from the direction of the galactic centre and other galactic sources. M.N.R.A.S. 182, 473.

Reif, K., Mebold U., Goss, W.M., 1978. HI in the elliptical galaxy NGC 1052, Astron. Astrophys. 67, L1.

Rots, A.H., 1978. Detection of a long HI plume emerging from NGC 3628, Astron. J. 83, 219.

Sancisi, R., Ekers, R.D., 1978. Radio continuum emission from the barred spiral galaxy NGC 5383, Astron. Astrophys. 67, L21.

Sanders, R.H., Da Costa, L.N., 1978. The strong magnetic dipole model for compact radio sources, Astron. Astrophys. 70, 477.

Schwarz, U.J., 1978. Mathematical-statistical description of the iterative beam-removing technique (method CLEAN), Astron. Astrophys. 64, 345.

Schwarz, U.J., Wesselius, P.R., 1978. Small-scale structure in the distribution of neutral hydrogen, Astron. Astrophys. 64, 97.

Shaver, P.A., 1978. Extragalactic radio recombination lines, Astron. Astrophys. 68, 97.

Shaver, P.A., Churchwell, E., Walmsley, C.M., 1978. On the nature of the extragalactic radio recombination lines. Astron. Astrophys. 64, 1.

Shaver, P.A., Danks, A.C., 1978. Radio and infrared observations of the OH/H_2O source G12.2-0.1, Astron.Astrophys. 65, 323.

Shostak, G.S., 1978. Integral properties of late-type galaxies derived from HI observations, Astron. Astrophys. 68, 321.

Slottje, C., 1978. Millisecond microwave spikes in a solar flare, Nature 275, 520.

Strom, R.G., Willis, A.G., Wilson, A.S., 1978. Two-frequency high resolution observations of 3C382 and 3C386, Astron. Astrophys. 68, 367.

Tully, R.B., Bottinelli, L., Fisher, J.R., Gouguenheim, L., Sancisi, R., van Woerden, H., 1978. Gas distribution, motions and dynamics for some dwarf irregular galaxies, Astron. Astrophys. 63, 37.

Valentijn, E.A., Perola, G.C., 1978. V Multifrequency observations of the wide angle tailed radio galaxy N 6034 in the Hercules Cluster, Astron. Astrophys. 63, 29.

Valentijn, E.A., 1978. VI Measurements of the Halo Radio Source in the Coma Cluster, Astron. Astrophys. 68, 449.

Visser, H.C.D., 1978. The dynamics of the spiral galaxy M81. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen.

Weiler. K.W., Shaver, P.A., 1978. 609-MHz aperture synthesis observations of S105, Astron. Astrophys. 65, 305.

Weiler, K.W., Shaver, P.A., 1978. Total intensity and polarization structure of the supernova remnant G74.9+1.2 at λλ 6, 21 and 49 cm, Astron. Astrophys. 70, 389.

Weliachew, L., Sancisi, R., Guélin, M., 1978. Aperture synthesis observations of the neutral hydrogen in the galaxies NGC 4631/NGC 4656, Astron. Astrophys. 65, 37.

Willis, A.G., Strom, R.G., 1978. Multifrequency observations of very large radio galaxies: I. 3C326, Astron. Astrophys. 62, 375.

Willis, A.G., Wilson, A.S., Strom, R.G., 1978. Polarization in the very large radio galaxy NGC 6251 at 610 MHz, Astron. Astrophys. 66, L1.

Onderzoekartikelen, aanvullende lijst

Van Albada, G.D., 1978. The peculiar spiral galaxy NGC 4258, Proefschrift, R.U. Leiden.

Alissandrakis, C.E., 1977. 6-cm wavelength observations of solar active regions and bursts with 6-arcseconds reduction, Ph.D. Thesis, University of Maryland.

Alissandrakis, C.E., Kundu, M.R., 1978. 6-cm observations of solar radio bursts with 6" arc resolution, Ap.J. 222, 342.

Baars, J.W.M., Wendker, H.J., 1976. High-resolution radio observations of a bright rim in IC 1396, Astron. Astrophys. 49, 473.

Baars, J.W.M., Wendker, H.J., 1976. The peculiar galaxy NGC 404 and its surrounding area, Astron. Astrophys. 48, 405.

Balkowski, C., Chamaraux, P., Weliachew, L., 1978. HI study of the pair of compact galaxies IIZw70 - IIZw71, Astron. Astrophys. 69, 263.

Bridle, A.H., Fomalont, E.B., 1976. Complex radio emission from the X-ray cluster Abell 2256, Astron. Astrophys. 52, 107.

De Bruyn, A.G., Wilson, A.S., 1978. The radio properties of Seyfert galaxies. Astron. Astrophys. 64, 433.

Bystedt, J.E.V., 1975. On the identifications of the radio sources 3C73, 3C282, 3C321 and 3C383. Astron. Astrophys. 39, 155.

Cooke, B.A., Maccacaro, T., Perola, G.C., Tarenghi, M., Valentijn, E.A., 1977. The X-ray emission from the Hercules super cluster. Astron. Astrophys. 58, L17.

Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Giovannini, G., Lari, C., Padrielli, L., 1975. Source count analysis for a homogeneous sample of faint radio quasars. Astron. Astrophys. 42, 365.

Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Giovannini, G., Lari, C., Padrielli, L., 1975. Westerbork six-centimeter observations of a complete sample of quasars from the B2 catalogue. Astron. Astrophys. Suppl. 19, 143.

Gavazzi, G., 1978. A Westerbork survey of clusters of galaxies. VII. Peculiar radio sources in the central region of Abell 1367. Astron. Astrophys. 69, 355.

Gavazzi, G., Perola, G.C., 1978. A determination of the bivariate size luminosity function of radio galaxies, Astron. Astrophys. 66, 407.

Grueff, G., Vigotti, M., 1975. High-resolution radio observations of unidentified radio sources from the B2 catalogue, Astron. Astrophys. Suppl. 19, 117.

Grueff, G., Schiavocampo, P., Vigotti, M., Zanni, M., 1977. On the redshift-apparent diameter relation for radio sources, Astron. Astrophys. 60, 321.

Grueff, G., Vigotti, M., 1977. On the cosmological evolution of extragalactic radio sources. Astron. Astrophys. 54, 475.

Högbom, J.A., Carlsson, I., 1974. Observations of the structure and polarization of intense extragalactic radio sources at 1415 MHz, Astron. Astrophys. 34, 341.

Hughes, V.A., Vallée, J.P., 1978. On the comparison of the infrared luminosity of HII regions with the total luminosity of the exciting star in IC 1795/1805, Astron. Astrophys. 69, 445.

Israel, F.P., Felli, M., 1978. Aperture-synthesis observations of galactic HII regions. VIII. S106 and S235: regions of star formation, Astron. Astrophys. 63, 325.

Jaffe, W.J., 1977. Origin and transport of electrons in the halo radio source in the Coma cluster. Ap.J. 212, 1.

Jaffe, W.J., Perola, G.C., Tarenghi, M., 1978. Radio observations of IIZw40. Astrophys.J. 224, 808.

Vallée, J.P., Wilson, A.S., 1976. Head-tail radio sources in the cluster of galaxies Abell 1314, Nature 259, 451.

Vallée, J.P., 1978. Radio identification of an infrared object, Astrophys. J. 223, L97.

Weiler, K.W., Ekers, R.D., Raimond, E., Wellington, K.J., 1974. A measurement of solar gravitational microwave deflection with the Westerbork Synthesis Telescope, Astron. Astrophys. 30, 241.

Weiler, K.W., Goss, W.M., Schwarz, U.J., 1974. A search for supernova remnants in the vicinity of pulsars, Astron. Astrophys. 35, 473.

Wilson, A.S., Weiler, K.W., 1976. The brightness and polarization structure of the suspected supernova remnant 3C58. Astron. Astrophys. 49, 357.

Bergamini, R., Braccesi, A., Colla, G., Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Gandolfi, E., Gioia, I., Lari, C., Marano, B., Padrielli, L., Tomasi, P., Vigotti, M., 1973. Optical identifications of radio sources from the B2 catalogue. Quasi-stellar sources, Astron. Astrophys. 23, 195.

Grueff, G., Vigotti, M., 1975. Optical identifications of radio sources selected from the B2 Catalogue. IV. Astron. Astrophys. Suppl. 20, 57.

E.2. Overzichtsartikelen en conferentie bijdragen.

Albada, G.D. van, 1978. HI in NGC 4258. In: Structure and Properties of Nearby Galaxies, IAU Symposium 77, 221 (Eds. E.M. Berkhuijsen en R. Wielebinski).

Allen, R.J., 1978. Comments on the radio continuum emission from normal disk galaxies, IAU Symp. 77, 63.

Allisandrakis, C.E., Kundu, M.R., 1978. 6 cm observations of solar bursts with the Westerbork Synthesis Radio Telescope, Bull, Amer. Astron. Soc. 8, 555.

Baars, J.W.M., Wendker, H.J., 1977. Beobachtungen der γ Cygni Quelle, Kleinheubacher Berichte, 20, 25.

Bosma, A., 1978. The kinematics of a sample of about twenty spiral galaxies, IAU Symp. 77, 28.

Bruyn, A.G. de, 1978. Radio properties of active nearby spiral galaxies, IAU Symp. 77, 205.

Dickel, J.R., Wells, D.C., Gull, T.R., Willis, A.G., van den Bergh, S., 1978. The evolution of supernova remnants, In: Supernovae, p. 63 (Ed. D.M. Schramm).

Ekers, R.D., 1978. Radio properties of the nuclei in elliptical SO and spiral galaxies, IAU Symp. 77, 221.

Ekers, R.D., 1978. The large-scale distribution of radio continuum in E and SO galaxies, IAU Symp. 77, 49.

Ekers, R.D., 1978. Radio observations of clusters of galaxies: the tail sources. In: The Large-Scale Structure of the Universe, IAU Symp. 79, 149 (Eds. M.S. Longair en J. Einasto).

Ekers, R.D., 1978. The convergence of optical and radio techniques. In: ESO-conference Optical telescopes of the future, p. 387. (Eds. P. Pacini, W. Richter en R.N. Wilson).

Habing, H.J., 1977. The galactic distribution of OH/IR stars, IAU Colloqium 42,

Hulst, J.M. van der, 1978. Interacting galaxies: The kinematics of NGC 4038/39 and the HI bridge between M81 and NGC 3077, IAU Symp. 77, 269.

Kruit, P.C. van der, 1978. The large-scale radio continuum structure of spiral galaxies, IAU Symp. 77, 33.

Kruit, P.C. van der, Allen, R.J., 1978. The kinematics of spiral and irregular galaxies, Ann. Rev. of Astron. and Astrophys. 16, 103.

Kundu, M.R., Allisandrakis, C.E., 1978. Polarization properties of solar bursts at 6 cm wavelength, Bull. Amer. Astron. Soc. 9, 328.

Laan, H. van der, 1978. Future Prospects of Radio Observations of Active Nuclei, Physica Scripta 17, 327.

Laan, H. van der, 1978. Telescope clusters - Panel contribution in Proceedings, ESO-conference Optical Telescopes of the Future p. 545. (Eds. F. Pacini, W. Richter and R.N. Wilson).

Lari, C., Perola, G.C., 1978. Radio properties of Abell Clusters, IAU Symp. 79, 137.

Oort, J.H., 1978. Eruptive Phenomena near the Galactic Centre, Physica Scripta 17, 175.

Oort, J.H., 1978. Speculations on the Origin of the Chain A of High-Velocity Clouds, In: Problems of Physics and Evolution of the Universe, Ac. of Sc. of Armenian SSR, p. 259.

Oort, J.H., 1978. Introduction to Structure and Properties of Nearby Galaxies, IAU Symp. 77, p. XVII.

Oort, J.H., 1978. Evolutie in het Heelal, Kon. Ned. Ak. v. Wet., Versl. Afd. Natuurkunde 87, 120.

Oort, J.H., Hulsbosch, A.N.M., 1978. High-Velocity Clouds, In: Astronomical Papers Dedicated to Bengt Strömgren, p. 409. (Eds. A. Reiz and T. Andersen).

Sancisi, R., 1978. HI sizes and rotation curves of some edge-on galaxies, IAU Symp. 77, 27.

Sancisi, R., 1978. Gas distribution and velocity field of the barred spiral galaxy NGC 5383, IAU Symp. 77, 276.

Schilizzi, R.T., Campbell, J., 1978. Very-Long-Baseline-Interferometry in Geophysics, Geodesy and Astronomy, In: Proceedings of the European Workshop on Space Oceanography, Navigation and Geodynamics, p. 329.

Shane, W.W., Bystedt, J., 1978. Some comments on radio observations of spiral arms, IAU Symp. 77, 97.

Shane, W.W., 1978. Anomalous motions of spiral arms in M 31, IAU Symp. 77, 180.

Tully, R.B., 1978. Gas distribution, motions and dynamics for some dwarf-irregular galaxies, IAU Symp. 77, 299.

Valentijn, E.A., Laan, H. van der, 1978. Extended radio emission in clusters of galaxies: recent Westerbork observations, IAU Symp. 79, 153.

Visser, H.C.D., 1978. The dynamics of the spiral galaxy M 81, IAU Symp. 77, 105.

Woerden, H. van, 1978. The gas content of lenticular galaxies, IAU Symp. 77, 52.

Woerden, H. van, 1978. Tidal interaction and accretion in the galaxy pair NGC 1512 and NGC 1510, IAU Symp. 77, 274.

Woerden, H. van, 1978. Nieuwe mogelijkheden voor de Nederlandse radiosterrenkunde, In: ZWO Jaarboek 1977, p. 127.

E.3. Populaire artikelen.

Brouw, W.N., Schilizzi, R.T., 1978. Radioteleskopen omspannen de wereld, Zenit 5, 190.

Oort, J.H., 1978. Terugzien in de tijd, Natuur en Techniek 46, VI.

Shaver, P.A., Danks, A.C., 1978. How stars are born, The Messenger 12, 17.

Tevens verscheen er in Telescopium een aantal artikelen van de hand van Stichtingsastronomen.

E.4. Internal Technical Reports.

No.	Auteur	Titel
150	R.T. Schilizzi J.D. Bregman	Views of the Radio Astronomy Community in the Netherlands concerning Frequency Allocations and Protections for the Radio Astronomy Service
151	R.H. Harten	A quick guide to the Fourier Transform Program LINEMAP (the card punchers guide to Linemap) Version I.
152	R.H. Harten	Gereserveerd (nog niet geschreven) Users guide for the Program Linemap.
153	R.H. Harten	Systems for Data Reduction. I. The System Philosopy and the Basic Components.
154	H.W. van Someren Grêve	The description of the tape format of the on-line system for the digital line backend.
155	H.W. van Someren Grêve	The description of the additional correction program for line and continuum observations with the digital line backend.

E.5. Notes.

No.	Auteur	Titel
264	A. Weishaupt	Gedrag van gasgevulde coaxkabels onder invloed van temperatuur en gasdruk.
265	E.E.M. Woestenburg	Invloed van de ruis van de tweede trap op meting van de ingangsisolatie van parametrische versterkers m.b.v. de "sliding short" methode.
266	A. Doorduin	Een alternatieve Binair-BCD converter.
267	E.E.M. Woestenburg	De OH-optie in de gekoelde 6-21 cm ontvanger.
268	A. Doorduin	Beschrijving van het micro-programma voor de DLB.
269	H.J. Borkhuis	Beschrijving van opbouw en werking van het selektieprogramma voor meetinstrumenten.
270	W.N. Brouw	RSX 11m - Virtual MCR Driver - Pap system program
271	R.H. Harten	Systems for Data Reduction: II Proposed WSRT data calibration and reduction system for the Dwingeloo PDP 11/70.
272	C. Slottje	One dimensional, high-time-resolution observations of the active sun with the S.R.T. The real-time display and monitor system.
273	R.H.J. van 't Land	Verslag van het bezoek aan de fabriek KABELMETAL te Hannover op 10-5-1978 door keurmeester J. Coert van het Rijksinkoopbureau; vertegenwoordiger R. Eisses van AEG Nederland en de heer R.J.H. van 't Land van de SRZM.
274	C. van Slooten	WSRT calibratie programmatuur op de PDP 11/70 te Dwingeloo. 1e versie.
275	A. van Ardenne	Mogelijkheden tot verhoging van de ontvangstgevoeligheid te Westerbork en Dwingeloo m.b.t. het antenne gedeelte.
276	R.H. Harten	A proposal for a data transport tape format.
277	J.D. Bregman	Summary of IAU symposium 82 "Time and the Earth's Rotation" Cadiz, Spain, 8-12 May 1978.
278	H.W. van Someren Grêve	Gain correction procedures for the DLB.

No.	Auteur	Titel
279	A.J. Hunt	Proposal for a new steering system for the Westerbork Synthesis Radio Telescope.
280	J.F.N. Roosjen L.H. Sondaar	Digitale registratie met hoge tijd-resolutie van zonnespectrograafwaar-nemingen.
281	L.H. Sondaar	Solar observations with 1 millisecond time resolution.
282	R.T. Schilizzi	VLBI hybrid maps
283	E.E.M. Woestenburg	Temperatuurstabilisatie van de focus-boxen te Westerbork.
284	V.A. Zeijlemaker	Ontwerp van een microstrip/ronde golfpijp koppelaar (verslag docto-raal stage).
285	R.H. Harten	Documentation and Design of Software for the Dwingeloo Reduction package.
286	R.T. Schilizzi A. van Ardenne J.D. O'Sullivan	Proposal to develop a first-stage linked local oscillator scheme to link widely spaced radio telescopes via geostationary satellite, for VLBI measurements.
287	E. Raimond W.N. Brouw	Reduction of 5 GHz SRT data of the period 78.090-78.184.
288	W.N. Brouw	SPURGE: Automatic Purge/Delete of PDP 11/70 files.

E.6. Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1978.

Naam	Titel
G.J. Kaat	Surface acoustic wave devices.
T. Cram	NRAO 140 ft.-telescope software: control and data reduction.
P. Wilkinson	Making maps for VLBI visibility data.
W.N. Brouw	De ESO conferentie over grote optische teleskopen van de toekomst, Geneve, december 1977.
H. van Woerden	Inleiding en overzicht; cursus Het heelal en zijn bevolking.
R.S. le Poole	Ons zonnestelsel; cursus Het heelal en zijn bevolking.
H.F. Henrichs	Van stof tot stof: levensloop van sterren; cursus Het heelal en zijn bevolking.
P.C. van der Kruit	Melkwegstelsels; cursus Het heelal en zijn bevolking.
H. de Ruiter	Explosieve processen in melkwegkernen en quasars, en wat hun waarneming ons leert over de struktuur en geschiedenis van het heelal; cursus Het heelal en zijn bevolking.
A.J. Hunt	The computer control en drive system for the Epping 4-metre millimeter telescope.
W.M. Goss	Observing experiences with the present VLA.
H.C. Kahlmann, J.D. O'Sullivan, A. van Ardenne R.G. Strom, J.G. Robertson, A.J. Hunt	De URSI-assemblee in Helsinki.
P.C. van der Kruit	Optische oppervlaktefotometrie van spiraalstelsels m.b.v. de Astroscan.

Naam	Titel
J.R. Forster	The Hat Creek Millimeter-interferometer and its operation.
C. van Slooten/ H.H.J. Lem	Computers: Elementaire begrippen, toepassingen in de SRZM.

E.7. Colloquia gegeven door medewerkers van de Stichting.+

Casse, J.L., Radio astronomy instrumentation in the Netherlands. Raman Research Institute, Bangalore, India; juni.

Forster, J.R., Virgo A at 1.3 cm. Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn; september. Sterrewacht Leiden; november.

Noordam, J.E., Developments in Westerbork and Dwingeloo. Penticton, Canada; september.

Robertson, J.G., Molonglo radio surveys, source counts and cosmology. Sterrewacht Leiden; januari.

Robertson, J.G., Free-form analysis of the evolution of radio sources. Mullard Radio Astronomy Observatory, Cambridge; juli.

Rots, A.H., The periphery of galaxies. Sterrekundig Laboratorium Kapteyn; februari.

Rots, A.H., HI and continuum structure of external galaxies compared to the Galaxy. Sterrewacht Leiden; mei.

Schilizzi, R.T., VLBI studies of extragalactic radio sources. ETH Zürich, Switzerland; oktober. Sterrewacht "Sonnenborgh", Utrecht; november.

Strom, R.G., The large and small of it: Fine scale structure and extended emission in giant radio galaxies. Sterrewacht Leiden; november.

+ Dwingeloo colloquia zijn niet inbegrepen, die onder E.6.

E.8. Deelname van Stichtingsmedewerkers aan congressen.

Ardenne, A. van, [1, 3].

Bregman, J.D., IAU Symposium # 82: "Time and the Earth's rotation"; Cádiz, Spanje, mei.

Brouw, W.N., [1, 2].

Casse, J.L., [2].

Forster, J.R., [2], 9th Texas Symposium on relativistic astrophysics, München, december.

Hamaker, J.P., [2].

Harten, R.H., [2], Conference on HII regions, Herstmonceux, april.

Hunt, A., [1, 4].

Kahlmann, H.C., [1].

Kapahi, V.K., [0, 2, 3].

O'Sullivan, J.D., [1, 2, 4].

Raimond, E., [2], IAU Colloquium # 47: "Modern astrometry", Wenen, september.

Robertson, J.G., [0, 1, 2], Cospar/IAU Symposium on X-ray astronomy, Innsbrück, mei/juni.

Rots, A.H., [2, 3], IAU Symposium # 84: "The large-scale characteristics of the Galaxy", Maryland, juni.

Schilizzi, R.T., [2, 3], European workshop on Space Oceanography, Navigation and Geodynamics, Schloss Elmau, West-Duitsland, januari.
Colloquium on European Satellite Astrometry, Padua, juni.

Slooten, C. van, DECUS Europe Symposium, Kopenhagen, september.

Slottje, C., E.P.S. Conferentie: "Highlights of Solar Physics", Toulouse, maart.
C.E.S.R.A./E.P.S.-Workshop: "Type I solar radio bursts", Toulouse, maart; Dwingeloo, november.

Someren-Gréve, H.W. van, [2], 3rd Joint European/U.S. Software management conference, Londen, oktober.

Strom, R.G., [1].

0. Deelnemer aan: Young European Radio Astronomers Conference (YERAC), Jodrell Bank, 17-19 juli.

1. Deelnemer aan: XIX URSI General Assembly, Helsinki, 31 juli-8 augustus.

2. Deelnemer aan: IAU Colloquium # 49 over: Image formation in Astronomy, Groningen, 9-12 augustus.

3. Deelnemer aan: Symposium on very long baseline interferometry, Heidelberg, 13-18 augustus.

4. Deelnemer aan: Euro-micro symposium, München, oktober.

Verder nam een groot aantal mensen deel aan de Astronomen-conferentie op Vlieland in mei.

Appendix F. ADRESLIJST.

Amsterdam (G.U.): Sterrekundig Instituut, Universiteit van Amsterdam, Roetersstraat 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.

Bonn : Max Planck Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, 5300 Bonn, B.R.D. 09-4922215251.

Dwingeloo : Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, 7991 PD Dwingeloo, 05219-7244. postadres: Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo.

Groningen : Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, 9700 AV Groningen, 050-116695.

Leiden : Sterrewacht, Huygenslaboratorium, Wassenaarseweg 78, 2333 AL Leiden, 071-148333, toestel 5835/5800. postadres: Postbus 9513, 2300 RA Leiden.

Nijmegen : Sterrekundig Instituut, Katholieke Universiteit, Toernooiveld, Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen, 080-558833.

Utrecht : Sterrewacht, "Sonnenborgh", Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht, 030-312841.

Westerbork : Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 4, 9433 TA Zwiggelte, 05939-421.

Z.W.O. : Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek, Postbus 93138, 2509 AC 's-Gravenhage, 070-839100.

Albada, Dr. G.D. van, Dept. of Applied Mathematics and Computer Science, Thornton Hall, University of Virginia, Charlottesville, Virginia 22901, U.S.A.

Albada, Dr. T.S. van, Groningen, 050-116650. Groenestein 31, 9301 TP Roden, 05908-17093.

Allen, Dr. R.J., Groningen, 050-116661. Neptunusstraat 38, 9742 JN Groningen, 050-779597.

Ardenne, Ir. A. van, Dwingeloo. Tapuitlaan 102, 7905 CZ Hoogeveen, 05280-69313.

Baars, Dr. Ir. J.W.M., Bonn. Tannenstrasse 6, 5357 Morenhoven, B.R.D. 09-4922265905.

Baldwin, Dr. J.E., Cavendish Laboratory, Madingley Road, Cambridge CB 3 OHE, Engeland.

Bannier, Dr. J.H., Z.W.O.

Baud, Dr. B., Radio Astronomy Laboratory, University of California, Berkeley, California 94720, U.S.A.

Beerekamp, W.H.J., Westerbork.
Valderseweg 2, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1923.
Berkhuijsen, Mej. Dr. E.M., Bonn.
Martin Legros Strasse 118, 5300 Bonn 1, B.R.D.
09-492221626302.
Blaauw, Prof. Dr. A., Leiden, tst. 5915.
Boerhaavelaan 149, 2334 EV Leiden.
Asserstraat 78, 9335 TC Zuidvelde, 05928-2565.
Blum, Prof. E.J., Observatoire de Paris, Section d'Astropphysique,
92190 Meudon (Haute de Seine), Frankrijk.
Boer, Drs. J.A. de, Groningen, 050-116664 (en 6671).
Prinses Irenelaan 1, 9765 AL Paterswolde,
05907-4290.
Borgman, Prof. Dr. J., Groningen, 050-116633.
Prof. van der Leeuwplantsoen 27, 9301 HS Roden,
05908-19414.
Bos, Ir. A., C.S.I.R.O., Division of Radiophysics, P.O. Box 76,
Epping, N.S.W. 2121, Australië.
Bosma, Dr. A., Mount Stromlo Observatory, The Australian National
University, Private Bag, Woden P.O., ACT 2606,
Australië.
Braes, Dr. L.L.E., Leiden, tst. 5873.
Vondellaan 56, 2332 AG Leiden, 071-65065.
Bregman, Ir. J.D., Westerbork.
De Groenkampen 5, 9414 AM Hooghalen, 05939-387.
Brinkman, Prof. Dr. H., Kernfysisch Versneller Instituut der R.U.,
Zernikelaan 25, Paddepoel, 9747 AA Groningen,
050-115700.
Vermeerweg 7, 9761 HV Eelde, 05907-3363.
Brinks, Drs. E., Leiden, tst. 5847.
Adm. Banckerdweg 25, 2315 SR Leiden.
Brouw, Dr. W.N., Dwingeloo.
Eursingerweg 28, 9411 BB Beilen, 05930-3514.
Brouwer, K., Dwingeloo.
Egbert Nijstadlaan 27, 7991 AZ 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, Prof. Dr. H.G. van, Utrecht.
Meidoornlaan 13, 3461 ES Linschoten, 03480-15406.
Buiter, J., Dwingeloo.
Valderseweg 20, 7991 BD Dwingeloo, 05219-1460.
Burke, Prof. Dr. B.F., Massachusetts Institute of Technology,
Phys. Dept., Cambridge, Mass. 02139, U.S.A.
Bijleveld, W., Leiden, tst. 5841.
Boskade 15c, 2355 CB Hoogmade.

Casse, Ir. J.L., Dwingeloo.
Kleine Beer 62, 7904 LV Hoogeveen, 05280-65392.
Christiansen, Prof. W.N., "Bingera", R.M.B. 436, Macks Reef Rd., Sutton, Via Bungendore, NSW 2621, Australië.
Cole, Dr. T.W., C.S.I.R.O., Division of Radiophysics, P.O. Box 76, Epping, N.S.W. 2121, Australië.
Conway, Dr. R.G., Nuffield Radio Astronomy Observatory, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire, Engeland.
Dekker, Mej. Dr. E., Leiden, tst. 5828.
Meidoornlaan 13, 3461 ES Linschoten, 03480-15406.
Dickel, Dr. J.R., University of Illinois, Urbana, Illinois 61801, U.S.A.
Duinen, Dr. R.J. van, Groningen, 050-116688.
Kroonkampweg 42, 9752 KJ Haren, 050-345916.
Dijl, Prof. Ir. B. van, Johan de Wittlaan 18, 5631 AR Eindhoven, 040-436222.
Dymanus, Prof. Dr. A., Nijmegen, 080-558833.
Grameystraat 35, 6525 DN Nijmegen, 080-241377.
Ekers, Dr. R.D., Groningen, 050-116659.
Venuslaan 13, 9742 KH Groningen, 050-773222.
Elsässer, Prof. Dr. H., Max Planck Institut für Astronomie, 69 Heidelberg 1, Königstuhl, B.R.D.
Fanti, Mevr. Dr. C., Laboratoria Nazionale di Radio-Astronomia, Via Irnerio 46, 40100 Bologna, Italië.
Fanti, Dr. R., Laboratoria Nazionale di Radio-Astronomia, Via Irnerio 46, 40100 Bologna, Italië.
Fejes, Lic. I., Nèpszinhâz-u 46, Boedapest VIII, Hongarije.
Felli, Dr. M., Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Largo Enrico Fermi 5, 50125 Firenze, Italië, 09-3955220034.
Fierst van Wijnandsbergen, P.J., Z.W.O.
Fokker, Dr. A.D., Utrecht.
Kruislaan 17, 3721 AL Bilthoven, 030-785610.
Forster, Dr. J.R., Dwingeloo.
Zuidenweg 13, 7991 AL Dwingeloo, 05219-7324.
Gilra, Dr. D.P., Groningen, 050-116638.
Spirealaan 25, 9741 PA Groningen, 050-777166.
Gorkom, Mej. Drs. J.H. van, Groningen, 050-116690.
Woonboot Meerkoet, Beijumerweg t.o.v. nr. 31, Noorderhogebrug, 9731 EC Groningen, 050-410428.
Goss, Dr. W.M., Groningen,050-116653.
Gelmarusstraat 11, 9494 RJ Yde, 05906-1705.
Greenberg, Prof. Dr. J.M., Leiden, tst. 5836.
Morsweg 44, 2312 AE Leiden, 071-133093.
Groot, Dr. T. de, Utrecht.
Ornsteinsingel 18, 3571 HT Utrecht, 030-716148.
Habing, Dr. H.J., Leiden, tst. 5884.
Prs. Beatrixlaan 63, 2341 TW Oegstgeest, 071-154967.
Hamaker, Drs. J.P., Dwingeloo.
"Lieverlhee", Lhee 23, 7991 PG Dwingeloo, 05219-7229.

Harris, Dr. D.E., Dominion Radio Astrophysical Observatory,
P.O. Box 248, Penticton, Britisch Columbia, Canada.
Harten, Dr. R.H., Dwingeloo,
Melkweg 55, 7904 ER Hoogeveen, 05280-67130.
Heckman, Dr. T., Leiden, tst. 5844.
Rooseveltlaan 1, 215 NV Voorhout
Heeschen, Dr. D.S., National Radio Astronomy Observatory, Edgemont
Road, Charlottesville, Virginia 22901, U.S.A.
Heise, Dr. J., Laboratorium voor Ruimte Onderzoek, Beneluxlaan 21,
3527 HS Utrecht, 030-937145.
Gerverscop 31, 3481 LV Harmelen, 03483-2066.
Hunt, Dr. A., Dwingeloo.
De Reiger 17, 7904 GG Hoogeveen, 05280-67613.
Heuvel, Prof. Dr. E.P.J. van den, Amsterdam (G.U.)
Da Costalaan 3, 3743 HT Baarn, 02154-5585.
Hin, A.C., Westerbork.
Bosweg 23, 9414 BD Hooghalen, 05939-464.
Hoekema, T., Leiden, tst. 5851.
Hoofdstraat 123, 2351 AE Leiderdorp, 071-894417.
Högbom, Dr. J.A., Stockholms Observatorium, 1300 Saltsjöbaden,
Zweden, 09-4687170631.
Hoyng, Dr. P., Laboratorium voor Ruimte Onderzoek, Beneluxlaan 21,
HS 3527 Utrecht, 030-937145.
Gildenring 10, 3981 JE Bunnik, 03405-1826.
Hooghoudt, Ir. B.G., Prinsenlaan 10, 2341 KT Oegstgeest, 071-151539.
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, Dept. of Astronomy, University of Minnesota,
116 Church Straat S.E., Minneapolis, Minnesota
55455, U.S.A.
Hummel, Drs. K., Groningen, 050-116655.
Aquamarijnstraat 227, 9743 PE Groningen.
Hutten, Ir. F.J. van, L.E.O.K., Haarlemmerstraatweg 7, 2343 LA
Oegstgeest, 071-19210.
Erasmusweg 15, 2202 CA Noordwijk aan Zee,
01719-11544.
Israel, Dr. F.P., OVRO, California Institute of Technology, 102-24,
Pasadena, California 91125, U.S.A.
Jaffe, Dr. W.J., National Radio Astronomy Observatory, Egdemont
Road, Charlottesville, Virginia 22901, U.S.A.
Jager, Prof. Dr. C. de, Laboratorium voor Ruimte Onderzoek, Bene-
luxlaan 21, HS 3527 Utrecht, 030-937145.
Zonnenburg 1, 3512 NL Utrecht, 030-314253.
Jansen, K., Westerbork.
Hietkampen 12, 9431 HA Westerbork, 05933-1726.
Jong, Dr. T. de, Amsterdam (G.U.)
Burg. Jacoblaan 4, 1401 BM Bussum, 02159-13198.

Kahlmann, Ir. H.C., Westerbork.
Buinerstraat 37, 9531 TJ Borger, 05998-5372.
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.
Katgert-Merkelijn, Mevr. Dr. J.K., Leiden, tst. 5880.
Westlanderwerf 10, 2317 EH Leiden, 071-213243.
Kattenberg, Drs. A., Utrecht.
Alb. Thynstraat 30, 3532 GZ Utrecht, 030-434008.
Kotanyi, Lic. C.G., Groningen, 050-116655.
Haddingestraat 20, 9711 KD Groningen, 050-128161.
Kramer, B., Dwingeloo.
Bethesdastraat 47, 7909 BB Hoogeveen, 05280-68874.
Kramer, Ir. C., Coörd. Ontw. MSD, Gebouw QGp, Veenpluis, 5684 PC Best, 040-762601.
Bernhardweg 2, 5582 JS Aalst, 04904-2651.
Kruit, Dr. P.C. van der, Groningen, 050-116666.
Aart van der Leeuwlaan 7, 9721 TE Groningen. 050-257636.
Kundu, Dr. M.R., University of Maryland, Astronomy Program, Space Science Building, College Park, Maryland 20742, U.S.A.
Kuperus, Prof. Dr. M., Utrecht.
Spoorlaan 9a, 1406 SR Bussum, 02159-17288.
Kuijpers, Dr. J.M.E., Utrecht.
Sperwerkamp 25, 3972 WB Driebergen, 03438-4845.
Laan, Prof. Dr. H. van der, Leiden, tst. 5848.
Grotiuslaan 10, 2353 BV Leiderdorp, 071-893682.
Lari, Dr. C., Laboratoria Nazionale di Radio-Astronomia, Via Irnerio 46, 40100 Bologna, Italië, 09-3951232856.
Lieshout, Prof. Dr. R. van, Z.W.O.
Luyten, Dr. R.J., Rekencentrum der R.U. Groningen, Postbus 800, 9703 AV Groningen, 050-116704.
Mathewson, Prof. Dr. D.S., Mount Stromlo Observatory, Private Bag, Woden ACT 2606, Australië.
Mathhews, Dr. H.E., Bonn.
Mezger, Dr. P.G., Bonn.
Miley, Dr. G.K., Leiden, tst. 5849.
Mosroos 14, 2317 ET Leiden, 071-132638.
Moorsel, Drs. G.A. van, Groningen, 050-116656.
Korreweg 156, 9715 AV Groningen, 050-731227.
Muller, Prof. Ir. C.A., T.H. Twente, Drienerloolaan 5, 7522 NB Enschede, 05420-93590.
Odinksveld 8, 7491 HD Delden, 05407-2428.
Neubauer, Ir. F.R., Direktoraat Radiozaken P.T.T., Kon. Julianaplein 15, 2595 AA Den Haag, 070-757920/757235.
Guido Gazellelaan 86, 2624 LA Delft, 015-563636.
Nieuwkoop, Dr. Ir. J. van, Utrecht.
Prinsesselaan 12, 7316 CN Apeldoorn, 055-215164.

Noordam, Ir. J.E., Dwingeloo,
Westeinde 38, 7991 RV Dwingeloo, 05219-8244.

Oke, Dr. J.B., Mount Wilson and Palomar Observatories, 1201 E. California Street, Pasadena, California 91104, U.S.A.

Olnon, Dr. F.M., Leiden, tst. 5878.
Bronckhorststraat 19^{I}, 1071 WN Amsterdam, 020-729094.

Oort, Prof. Dr. J.H., Leiden, tst. 5845.
President Kennedylaan 169, 2342 GZ Oegstgeest, 071-154158.

Oosterbaan, Drs. C.F., Leiden, tst. 5878.
Van Breestraat 192 III, 1071 ZZ Amsterdam, 020-710405.

O'Sullivan, Dr. J.D., Dwingeloo.
De Kievit 21, 7905 CG Hoogeveen, 05280-67739.

Perola, Dr. G., Universita Degli Studi di Milano, Istituto di Scienze Fisiche, Via Celoria 16, 20133 Milano, Italië.

Poole, Drs. R.S. le, Leiden, tst. 5874,
Rijndijk 47, 2394 AC Hazerswoude, 01714-3043.

Pottasch, Prof. Dr. S.R., Groningen, 050-116641.
Zuidlaarderweg 1, 9756 CE Glimmen, 05906-1544.

Radhakrishnan, Dr. V.R., Raman Research Institute, Hebbal P.O., Bangalore 560006, India.

Raimond, Dr. E., Dwingeloo,
Esweg 4, 7991 AC Dwingeloo, 05219-1699.

Rinia, Dr. Ir. H., Azalealaan 11, 3581 Achel, België.

Robertson, Dr. R.G., Dwingeloo.
Achter de Hoven 3, 7991 AD Dwingeloo, 05219-2329.

Rots, Dr. A.H., Dwingeloo.
Neptunusstraat 6, 9742 JM Groningen, 050-711049.

Ruiter, Dr. H.R. de, European Southern Observatory, c/o Cern, 1211 Geneva 23, Zwitserland.

Ryle, Sir Martin, Cavendish Laboratory, Madingley Road, Cambridge CB3 OHE, Engeland.

Sancisi, Dr. R., Groningen, 050-116652.
Acacialaan 57, 9741 KW Groningen, 050-779971.

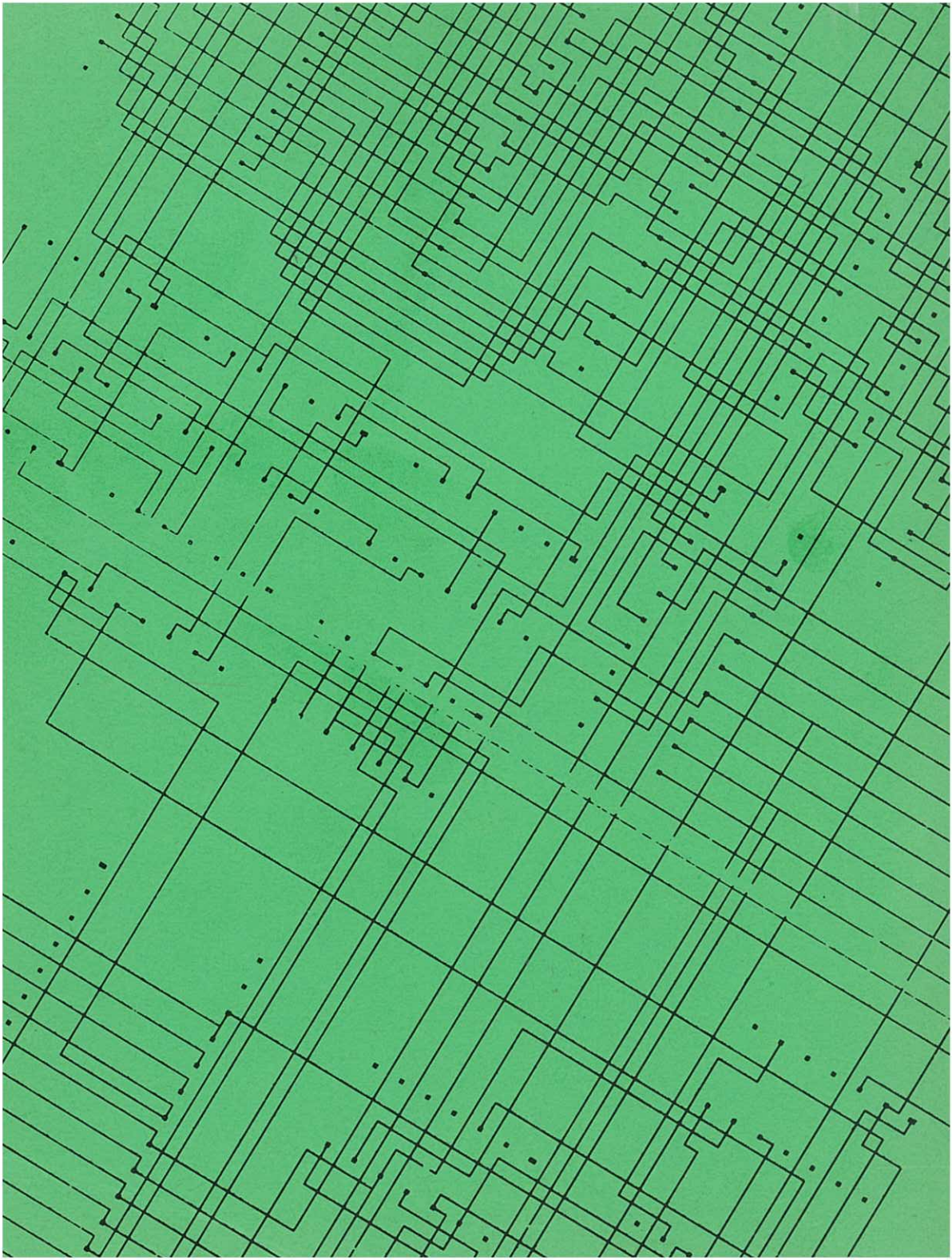
Sanders, Dr. R.H., Groningen, 050-116657.
Zonnelaan 321, 9742 BH Groningen, 050-713479.

Sargent, Dr. W.L.W., Astronomy Department 105-24, California Institute of Technology, 1201 E. California Blvd., Pasadena, CA. 91125, U.S.A.

Schilizzi, Dr. R.T., Dwingeloo.
De Kievit 66, 7905 CH Hoogeveen, 05280-69996.

Schipper, B.A.P., Dwingeloo.
Zwederaweg 59, 7963 BS Ruinen, 05221-1977.

Schöller, A.H., Dwingeloo.
Valderseweg 1, 7991 BC Dwingeloo, 05219-1860.

Schooneveld, Prof. Dr. C. van, Leiden, tst. 5883.
Baron Schimmelp. v.d. Oyenlaan 12, 2252 EB Voorschoten, 01717,6457.
Schwarz, Dr. U.J., Groningen, 050-116663.
Kamperfoelie 4, 9301 PP Roden, 05908-18720.
Shane, Dr. W.W., Leiden, tst. 5834.
Wilhelminapark 34, 2342 AH Oegstgeest, 071-151622.
Shaver, Dr. P.A., European Southern Observatory, c/o Cern, 1211 Geneva 23, Zwitserland.
Shostak, Dr. G.S., Groningen, 050-116655.
Zonnelaan 321, 9742 BH Groningen, 050-713479.
Slottje, Ir. C., Dwingeloo.
De Wulp 33, 7905 CN Hoogeveen, 05280-62098.
Someren Grêve, Drs. H.W. van, Dwingeloo.
Mr. J. de Blieckweg 30, 7958 RG Koekange, 05223-744.
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.
Stiepel, H.J., Westerbork.
Hingstakkers 22, 9411 NP Beilen, 05930-3975.
Strom, Dr. R.G., Dwingeloo.
Eursingerweg 26, 9411 BB Beilen, 05930-2327.
Stumpers, Prof. Dr. F.L., Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips, Prof. Holstlaan, Gebouw WB5, 5656 AA Eindhoven, 040-742514.
Elzentlaan 11, 5611 LG Eindhoven, 040-115512.
Subrahmanya, Dr. C.R., Radio Astronomy Centre, Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhabha Road, Bombay, 400 005, India.
Teer, Dr. Ir. K., Natuurkundig Lab. der N.V. Philips, Prof. Holstlaan, Gebouw WB5, 5656 AA Eindhoven, 040-742609.
Vesaliuslaan 50, 5644 HL Eindhoven, 040-114932.
Trier, Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van, Raad van Advies Wetenschapsbeleid, Anna Paulownastraat 115, 2518 DD Den Haag, 070-639922.
Vesaliuslaan 15, 5644 HM Eindhoven, 040-114734.
Veltman, Prof. Ir. B.P.Th., Technische Hogeschool Delft, Laboratorium voor Technische Natuurkunde, Lorentzweg 1, 2628 CJ Delft, 015-133222.
Händellaan 3, 2253 BJ Voorschoten, 01717-4810.
Viallefond, Dr. F.M.M., Groningen, 050-116649.
Venuslaan 129, 9742 KN Groningen.
Visser, Dr. H.C.D., Astronomy Department, University of California, Berkeley, California 94720, U.S.A.
Warmels, Dr. R.H., Groningen, 050-116773.
Verzetsstrijderslaan 23, 9727 CA Groningen, 050-251407.
Weiler, Dr. K.W., Bonn.

Weinreb, Dr. S., National Radio Astronomy Observatory, Edgemont Road, Charlottesville, Virginia 22901, U.S.A.
Weliachew, Dr. L., Observatoire de Meudon, 92190 Meudon, Frankrijk.
Wellington, Dr. K.J., Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., P.O. Box 76, Epping, N.S.W. 2121, Australië.
Wendker, Dr. H.J., Hamburger Sternwarte, Gojensbergsweg 112, 2050 Hamburg 80, B.R.D., 09-494072522493.
Weijma, Dr. H., Z.W.O.
Wevers, B.M.H.R., Groningen, 050-116773.
Oosterbadstraat 46, 9726 CM Groningen, 050-127324.
Wielebinski, Dr. R., Bonn.
Willis, Dr. A.G., Westerbork.
Wilson, Dr. A.S., University of Maryland, Astronomy Program Space Science Bldg, College Park, Maryland 20742, U.S.A.
Windhorst, R.A., Leiden, tst. 5837.
Aart van Neslaan 405, 2341 HP Oegstgeest, 071-133237
Winnberg, Dr. A., Bonn.
Woerden, Dr. H. van, Groningen, 050-116667.
Goeman Borgesiuslaan 43, 9722 RC Groningen, 050-252784.
Wolfers, A., Westerbork.
Hoofdweg 53, 8424 PK Elsloo, 05612-508.
Woltjer, Prof. L., European Southern Observatory, Schleissheimerstrasse 17, D-8049 Garching (München), B.R.D.
Zwaan, Dr. C., Utrecht.
Van Galenstraat 38a, 3941 VD Doorn, 03430-4977.