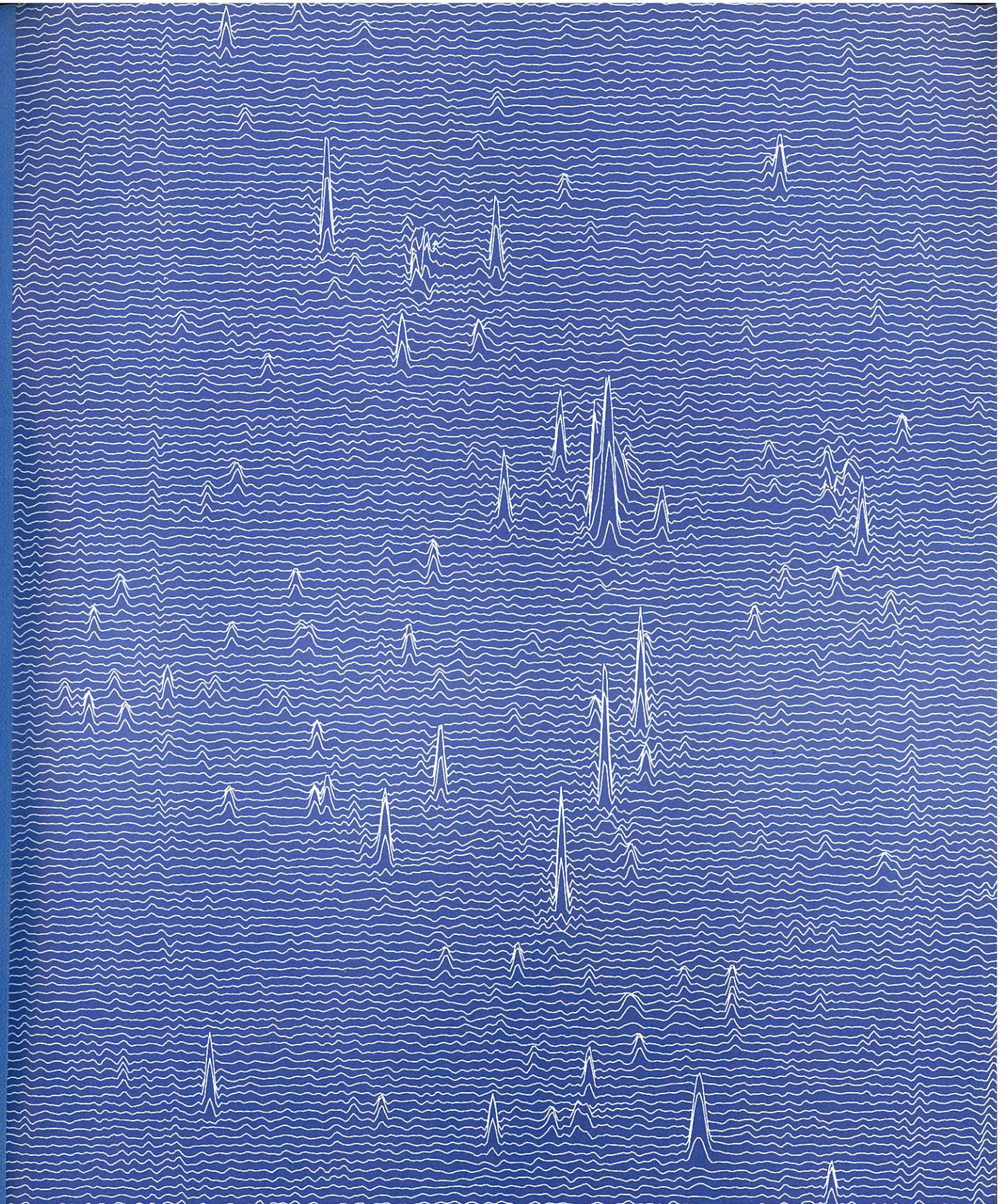


Stichting radiostraling van zon en melkweg

jaarverslag 1973 annual report

Netherlands foundation for radio-astronomy

VOORWOORD.

Het is reeds jaren ons gebruik om hier niet te volstaan met verslaggeving zonder meer. Ook vanwege de jaarlijks bijgewerkte organisatorische informatie wordt dit boekwerkje frequent geraadpleegd. De inhoudsopgave bedoelt hierbij behulpzaam te zijn.

Het astronomisch zowel als het technische werk is opmerkelijk gegroeid sinds 1970. We hebben overwogen in de verslagen slechts een selectie te bieden, doch besloten hiertoe nog niet over te gaan. De verslagen zijn daarom nogal globaal, maar wel volledig. Ze bieden aanknopingspunten met alle activiteiten binnen onze organisatie.

Voor hoofdzaken en beleidslijnen kan de lezer terecht in het direct volgende, samenvattend verslag.

Aan alle medewerkers van zowel de universitaire sterrewachten en Z.W.O. als van de Stichting R.Z.M. die aan dit jaarverslag hebben bijgedragen, betuig ik mijn hartelijke dank.

Leiden, 1 april 1974. H. van der Laan.

Bij de voorplaat.

Naast een esthetische functie heeft deze plaat nog een astronomische betekenis en speelt zij een symbolische rol.
Astronomisch betreft het hier een beeld van enkele vierkante graden, gemaakt met de Westerbork telescoop bij een golflengte van 50 cm in een waarneemreeks van vier twaalfuurs metingen. Het veld is gecentreerd op de bekende rijke zwerm van sterrestelsels in Hercules. Om de zwakste bronnen (fluxdichtheid ca. 10×10^{-29} W Hz^{-1}m^{-2}) nog te kunnen zien, werd een zevental sterke bronnen numeriek uit deze kaart verwijderd.

Dit beeld is symbolisch voor de groei van ons gegevensreservoir. De combinatie van nieuwe data en vroeger materiaal maakt probleemstellingen mogelijk van een tot dusver in de radio-astronomie ongehoorde verfijning.
(Uit programma van Drs. W. Jaffe, Leiden en Dr. G.C. Perola, Milaan).

I N H O U D S O P G A V E.

		Blz.
	Voorwoord	
	Samenvattend verslag	1
1.	ORGANISATIE	8
1.1	Bestuur	8
1.2	Commissies	8
1.3	Werkgroep	9
1.4	Personeelsraad S.R.Z.M.	10
2.	PERSONEEL	11
2.1	Bureau van de Stichting	11
2.2	Radiosterrenwacht Dwingeloo	11
2.3	Telescoopgroep Dwingeloo	11
2.4	Centrale Technische Dienst	11
2.5	Laboratorium	12
2.6	Radiosterrenwacht Westerbork	13
2.7	Telescoopgroep Westerbork	13
2.8	Computergroep	14
2.9	Gastmedewerkers	15
2.10	Werkstudenten	15
3.	FINANCIEN	16
3.1	Definitief overzicht van het Gewoon Subsidie 1972	16
3.2	Voorlopig overzicht van het Gewoon Subsidie 1973	16
3.3	Gewoon subsidie 1974	17
3.4	Investeringssubsidie 1974	17
3.5	Bijzondere Subsidie Uitbouw S.R.T. 1974	17

		blz.
4.	VERSLAGEN	18
4.1	Astronomische verslagen	18
4.1.1	Onderzoek op de Sterrewacht te Leiden met radiotelescopen van de Stichting	18
4.1.2	Gronings radiosterrenkundig onderzoek	35
4.1.3	Astronomisch onderzoek op de Utrechtse Sterrewacht naar aanleiding van waarnemingen verkregen met Stichtings-instrumenten	60
4.1.4	Astronomisch onderzoek van de Stichtingsstafleden	69
4.2	Afdelingsverslagen	74
4.2.1	Telescoopgroep Westerbork	74
4.2.2	Telescoopgroep Dwingeloo	90
4.2.3	Reductiegroep S.R.Z.M.	95
4.2.4	Laboratoriumgroep	99
4.2.5	Waarneem- en ontwikkelingsgroep Zon te Dwingeloo	113
4.2.6	Centrale Technische Dienst	116
4.2.7	Het Bureau van de Stichting/Algemene Zaken	118
4.2.8	Personeelsraad	122
5.	PUBLICATIES EN RAPPORTEN	123
5.1	Publicaties	123
5.2	Internal Technical Reports	131
5.3	Notes	133
6.	BIJDRAGEN AAN DE I.A.U. GENERAL ASSEMBLY/SYMPOSIA, AUSTRALIE, 1973	135
7.	ENGELS SAMENVATTEND VERSLAG / ENGLISH SUMMARY	139
8.	ADRESSEN	148

De Stichting Radiostraling in 1973

De Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg verkeert, aan de vooravond van haar zilveren jubileum op 23 april 1974, in grote bloei. De Synthese Radio-Telescoop te Westerbork is een qua meetsnelheid en gevoeligheidsbereik onder zijn soortgenoten ongeëvenaard instrument. Astronomen uit Dwingeloo, Groningen, Leiden en uit het buitenland gebruiken de telescoop voor onderzoekingen op 3 golflengten in het continuum en in 3 spectrumlijnen, onderzoekingen die reiken van onze zusterplaneten tot de bouw en evolutie van het heelal. De resultaten van dit onderzoek behoorden tot de belangrijkste tijdens de grote internationale bijeenkomsten van dit jaar. En intussen bouwt de Stichting aan de groei van haar werk in de komende jaren. Van deze bloei en groei legt dit Jaarverslag getuigenis af.

De Synthese Radio Telescoop

De Synthese-telescoop (SRT) bestaat uit 10 draaibare parabolische spiegels van 25 meter middellijn, op onderlinge afstanden van 144 meter op een oost-west-lijn geplaatst, en 2 zulke spiegels, die over een 300 meter lang stel rails langs dezelfde lijn kunnen worden verreden. De 12 spiegels vormen tesamen 20 interferometers, die intensiteit en polarisatie van continuumstraling bij drie golflengten (6, 21 en 50 cm) kunnen meten. Bij 21 cm golflengte levert een meting van 1 à 4 maal 12 uur de helderheidsverdeling binnen een veld aan de hemel van ongeveer een graad middellijn, met een scheidend vermogen van een halve boogminuut; bij andere golflengten zijn veld en scheidend vermogen evenredig groter of kleiner. De speciale eigenschappen van de SRT maken het mogelijk, een helderheidsverhouding van enkele honderden te overbruggen. Velden met ingewikkelde helderheidsverdeling vergen 2 of 4 maal 12 uur; in eenvoudiger gevallen is 1 maal 12 uur waarnemen (of zelfs minder) voldoende.

De spectrumlijn van neutrale waterstof bij 21 cm golflengte kan met 10 interferometers op 8, iets verschillende, frequenties tegelijk worden gemeten. Een volledige synthese van de waterstofverdeling in een sterrenstelsel van een graad middellijn vergt 8 à 16 maal 12 uur waarnemen; ze levert tevens een compleet beeld van de bewegingen van het gas, met een scheidend vermogen van 25 km/s in

snelheid (en weer een halve boogminuut in hoekmaat). Dezelfde ontvanger kan worden gebruikt voor de bepaling van structuren en bewegingen in gebieden waar het waterstofgas overwegend geïoniseerd is. In 1972 had de SRT de primeur van een synthese-meting van de recombinatielijn bij 1425 MHz, in 1973 van de lijn bij 5009 MHz.

Zeven maanden van dit jaar werden besteed aan waarnemingen in het continuum bij 6 cm. De in oktober 1972 in gebruik genomen ontvanger voldoet uitstekend. De kleinere afmeting van het veld bij deze golflengte (ongeveer 15 boogminuten) stelt hoge eisen aan de richtnauwkeurigheid van de spiegels. Na lang, hard werken kwam een nauwkeurigheid van 0.3 boogminuten binnen het bereik.

De 50 cm-ontvanger kwam in juli 1973 in bedrijf en werd dit jaar $3\frac{1}{2}$ maand gebruikt. Sterke storing door TV-zenders had inbouwen van filters nodig gemaakt, en daardoor het werk op deze golflengte vertraagd. De waarnemingen van zomer en najaar 1973 hebben fraaie resultaten opgeleverd, al blijft verdere ontstoring nodig. De medewerking van PTT in dezen worde hier dankbaar gememoreerd.

De waterstoflijnontvanger, die in 1972 zeer veel materiaal verzamelde, kwam dit jaar slechts kort in bedrijf. De 21 cm-continuumontvanger werd in december gebruikt met van 250 K tot 160 K verlaagde ruis, dus verhoogde gevoeligheid, equivalent aan een tijdwinst van een factor $2\frac{1}{2}$.

Ondanks de veelvuldige ontvanger-wisselingen bereikte de Telescoopgroep Westerbork een zeer hoog rendement: de SRT werd 79% van de tijd voor waarnemingen gebruikt, waarvan 60% voor astronomische programma's en 19% voor ijkmetingen.

Enkele astronomische resultaten

Het verslag van de Telescoopgroep tabelleert een honderdtal projecten waarvoor in 1973 waarnemingen werden gedaan. De Programma-Commissie had haar handen vol aan kritische beoordeling, coördinatie en tijdtoewijzing voor deze programma's.
Voor tientallen andere, in 1971 en 1972 waargenomen, projecten was de analyse en discussie nog in volle gang. De publicatielijst vermeldt een zestigtal artikelen, waarvan ruim dertig gebaseerd zijn op waarnemingen in Westerbork en een tiental op in eerdere jaren in Dwingeloo verricht onderzoek, terwijl ook een tiental op radio-onderzoek van de

Zon betrekking heeft en een tiental op in het buitenland verkregen materiaal. De astronomische verslagen in hoofdstuk 4 geven een heel beknopte samenvatting van deze onderzoekingen. We kunnen hier slechts enkele hoogtepunten noemen.

De eerste synthese-resultaten met de 21 cm-lijn-ontvanger verschenen in druk. De neutrale waterstof in het sterrenstelsel M101 (Figuur op blz. 37) vertoont een prachtig spiraalpatroon, dat in veel detail overeenstemt met het optische beeld. Een soortgelijke situatie doet zich voor in M81. Deze twee sterrenstelsels zijn de eerste, waarin de spiraalstructuur van waterstofgas ooit duidelijk in kaart gebracht is; in de grotere, nabijere stelsels was dit met radiotelescopen elders niet gelukt. De gedetailleerde verdeling en bewegingen van het gas zullen belangrijke theoretische aanknopingspunten bieden.

Van groot belang voor de fysische studie van geïoniseerde gaswolken (H II-gebieden) lijkt de meting van de recombinatielijnen; het eerste synthese-resultaat ging ter perse. Zeer fraaie, gedetailleerde kaarten van jonge H II-gebieden werden verkregen in het continuum bij 21 en 6 cm; deze zullen de relaties van zulke gebieden tot de vorming van sterren doorlichten. Even fraai zijn de kaarten van helderheids- en polarisatie-verdeling in een aantal supernovaresten.

Pogingen, de radiostraling van supernovae in andere sterrenstelsels te meten, hadden tot dusver schipbreuk geleden. De detectie te Westerbork van de in 1970 verschenen supernova in M101 kwam dan ook als een verrassing, die theoretisch nog moeilijk te begrijpen is.

De actieve sterrenstelsels met lange radiostaarten trokken vorig jaar reeds veel aandacht. Nieuwe waarnemingen bij 6 cm golflengte brachten in de dubbele staart van NGC 1265 een aantal knopen aan het licht, die onmiskenbaar getuigen van herhaalde explosies in het verleden.

De in oktober 1972 uitgevoerde meting van de afbuiging van radiostraling in het gravitatieveld van de zon leidde tot een resultaat (96±5% van Einstein's voorspelling), dat weliswaar nauwkeuriger is dan alle vorige metingen maar nog geen beslissing tussen de theorieën van Einstein en anderen mogelijk maakt. In oktober 1973 werden de metingen herhaald, ditmaal op 2 golflengten tegelijk; gehoopt wordt op een verdubbelde nauwkeurigheid.

Bovengenoemde en andere resultaten behoorden tot de hoog-

tepunten van de, in 1973 te Sydney gehouden, driejaarlijkse Assembly van de Internationale Astronomische Unie, en van de daarmee verbonden Symposia over Vorming en Dynamica van Sterrenstelsels (Canberra) en over Galaktische Radiosterrenkunde (Maroochydore). De extragalaktische sterrenkunde wordt thans in beslissende mate gestempeld door het onderzoek te Westerbork; vooraanstaande optische astronomen blijken geïnteresseerd in nauwe samenwerking.

Internationale samenwerking

De radio-programma's zelf worden trouwens ook vaak in nauwe samenwerking met buitenlanders uitgevoerd. Essentiële informatie komt van de grote spiegels in Effelsberg (Duitsland, 100 meter) en Green Bank (USA, 91 meter), die door waarneming op andere golflengten het continuspectrum kunnen aanvullen, en van de 25-meterspiegel te Onsala (Zweden), die gespecialiseerd is in waarneming van moleculen. Essentieel ook is de aanvulling van onze SRT-metingen (basislengten 36-1458 meter) met basislengten van 0 en 18 meter, verkregen te Green Bank, Jodrell Bank of Cambridge (Engeland). En even belangrijk is de uitwisseling van know-how, die tot stand komt door deelname aan elkaars waarneemprogramma's en verblijf op elkaars instituten. De radiosterrenkunde is een waarlijk internationale wetenschap!

De andere Afdelingen van de Stichting

Een vlotte voortgang van het onderzoek met de Synthese-Telescoop stelt hoge eisen aan computer-hardware en -software. De Reductiegroep van de Stichting verzorgde - met machines van het Centraal Reken-Instituut der Leidse Universiteit - de calibraties, correcties, Fouriertransformaties en vele verdere bewerkingen voor de wassende stroom van waarnemingen. Daarnaast zorgde ze voor nieuwe programmatuur ter behandeling van nieuwe soorten metingen. De groeiende betekenis van dit soort werk was aanleiding tot de instelling van een Computergroep, die naast de te Leiden gevestigde Reductiegroep enkele in Dwingeloo en Westerbork werkzame medewerkers omvat; de groep werd geplaatst onder leiding van Dr. W.N. Brouw. De astronomische analyse van door de Reductiegroep geproduceerde kaarten vraagt ook om geavanceerde software. De Groningse en Leidse groepen radioastronomen hebben hun software-pakketten belangrijk verbeterd en uitgebreid.

Van even vitaal belang zijn de prestaties van Laboratorium en Centrale Technische Dienst. De Leidse Laboratoriumgroep werd in 1973 samengevoegd met die in Dwingeloo; de instrumentmakersgroep kan door ruimtegebrek pas in 1974 naar Dwingeloo overgaan. Deze concentratie bevordert de efficiency ten zeerste.

Reeds in 1972 verhuisde het Zonnewerk, dat voordien gastvrijheid van PTT genoot op de Radiostations Kootwijk (ontwikkelingswerk) en NERA (waarnemingen), naar Dwingeloo. Dit jaar werd het personeel van de Werkgroep Zon opgenomen in de te Dwingeloo gevestigde groepen (Telescoop, Laboratorium en CTD). De Zon-groep kreeg in 1973 het leeuwendeel van de waarneemtijd met de 25-meterspiegel te Dwingeloo. De vervanging van de driepoot door een vierpootconstructie in najaar 1973 en de verdere modernisering van deze telescoop, die spoedig zal zijn voltooid, zullen frequenter wisseling tussen solair en (extra-) galaktisch onderzoek mogelijk maken.

De thans gerealiseerde mogelijkheid om de, in de 60 kanalen van de spectrograaf ontvangen, signaalsterkten digitaal vast te leggen is van het grootste belang gebleken. Het interessantste resultaat was de ontdekking van een zeer karakteristiek gedrag van de polarisatie in enige stoten van type III. Dit resultaat heeft belangrijke consequenties, zowel voor de theoretische interpretatie als voor de waarneemtechniek: aftastfrequenties tot 200 Hz en meting van geringe intensiteitsverschillen blijken ten volle de moeite waard.

Tijdens buitenlandse bijeenkomsten en bezoeken ondervonden de met de zonnespectrograaf waargenomen detailstructuren in uitbarstingen van type IV veel belangstelling. Het theoretisch werk werd sterk door deze fenomenen geïnspireerd en een zeer bevredigende vooruitgang werd geboekt met de interpretatie ervan.

De toekomst van het radio-zonsonderzoek zal moeten worden gebaseerd op internationale samenwerking. Binnen CESRA (Committee of European Solar Radio Astronomers) ontwikkelt een werkgroep plannen voor de bouw van een microgolf-heliograaf voor instantane afbeeldingen van de zon met een hoog scheidend vermogen.

Plannen voor de toekomst

Intussen bouwt de Stichting over de hele linie aan haar toekomst. De Laboratoriumgroep ontwikkelt gevoeliger en flexibeler

ontvangers, geschikt voor een breder spectraalbereik. Van de tweede generatie 21 cm-ontvangers voor Westerbork werden twee prototypen getest en op de rijdende spiegels in gebruik gesteld; ze hebben een systeemruis van 100 K, tegen 250 K voor de eerste generatie. De hele serie komt in 1974 klaar. Aan de derde generatie (gekoelde ontvangers) wordt al hard gewerkt. Een autocorrelatiesysteem voor 5120 kanalen is vergevorderd en komt in 1975 in bedrijf. Dit systeem zal de waarnemingen in de waterstoflijn en in andere lijnen veel sneller maken èn een veel hoger scheidend vermogen in snelheid geven.

Naast de verbetering van de gevoeligheid en vergroting van het spectrale bereik is verhoging van het scheidend vermogen in hoekmaat van de SRT noodzakelijk. De Stichting heeft in april 1973 aan ZWO voorgesteld, deze laatste tot stand te brengen door uitbreiding van de Synthese-telescoop met twee nieuwe spiegels, van dezelfde makelij als de bestaande, te plaatsen op een paar rails van 150 meter lengte, 3 km ten Westen van de bestaande rails. Daarmee zal de basislengte worden verdubbeld en de 'gezichtsscherpte' van de telescoop (in elke richting aan de hemel, en ook in lineaire maat in de waargenomen objecten) een factor 2 worden verbeterd, bij gelijkblijvende meetsnelheid. Bovendien wordt hierdoor het aantal voor adequate waarneming toegankelijke objecten zeer sterk vergroot. Een geschikt tussenstadium wordt verkregen door de twee nieuwe spiegels tijdelijk op de bestaande rails te plaatsen; de SRT wordt daarmee 2 maal zo snel en gevoelig als thans. Een speciale internationale Adviescommissie, door ZWO over dit uitbouwvoorstel geraadpleegd, bracht een zeer gunstig rapport uit. Vervolgens heeft het ZWO-Bestuur het voorstel goedgekeurd en aan het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen voorgelegd. De Stichting Radiostraling hoopt op een gunstige beslissing, die de Nederlandse radioastronomen in staat zal stellen, met een relatief bescheiden additionele investering tot in de tachtiger jaren baanbrekend radiosterrenkundig onderzoek te blijven doen.

Tot besluit

De vacature - Rinia in het Bestuur werd medio 1973 ingenomen door Dr. Ir. K. Teer, directeur van het Natuurkundig Laboratorium van Philips. Wij heten hem van harte welkom.

Het Bestuur brengt graag ook op deze plaats dank aan alle medewerkers, binnen de Afdelingen van de Stichting en in de Universitaire Vakgroepen Sterrenkunde, voor hun inzet in 1973. En in het bijzonder aan ZWO, die ook dit jaar ons werk mogelijk maakte, en een verdere ontplooiing in de toekomst - naar wij zeker weten - met alle kracht wil steunen.

1. ORGANISATIE (per 1 januari 1974).

1.1 Bestuur van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg.

	Einde termijn.
x Prof. Dr. H.C. van de Hulst, voorzitter	31-12-1976
x Prof. Dr. H.G. van Bueren	31-12-1976
Dr. A.D. Fokker	31-12-1975
x Prof. Dr. H. van der Laan, gedelegeerd bestuurslid	31-12-1976
Ir. F.R. Neubauer	31-12-1974
Prof. Dr. F.L. Stumpers	31-12-1973
Dr. Ir. K. Teer	31-12-1976
Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier	31-12-1974
Prof. Dr. J. Veldkamp	31-12-1974
x Dr. H. van Woerden, secretaris	31-12-1976

x Deze bestuursleden vormen het Dagelijks Bestuur.

Uitvoerend secretaris: A.H. Schöller, Hoofd van het Bureau, Stichting R.Z.M., Radiosterrenwacht Dwingeloo, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo (Dr.), tel. 05219-7244

De directeur van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO) woont de bestuursvergaderingen bij.

1.2 Programma-commissie Dwingeloo - Westerbork.

Dr. H. van Woerden, voorzitter
x Ir. J.D. Bregman, secretaris
x Dr. Ir. J.W.M. Baars
Dr. R.D. Ekers
Dr. W.M. Goss
Dr. M. Kuperus
Prof. Dr. H. van der Laan
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. W.W. Shane
Drs. H.W. van Someren Gréve

x leden qualitate qua.

Technische Commissie.

Prof. Ir. B.P.Th. Veltman, TH Delft, voorzitter
x Ir. J.F. van der Brugge, secretaris
x Ir. J.L. Casse
Prof. Ir. B. van Dijl, TH Eindhoven
Ir. F.J. van Hutten, L.E.O.K. Oegstgeest
Prof. Ir. C.A. Muller, TH Twente
x Dr. Ir. J. van Nieuwkoop
Prof. Dr. F.L. Stumpers, Nat. Lab. Philips, Eindhoven

x leden qualitate qua.

Buitenlandse Adviseurs.

Prof. E.J. Blum	Meudon	(Frankrijk)
Prof. J.G. Davies	Manchester	(Engeland)
Dr. J.A. Högbom	Stockholm	(Zweden)
Dr. S. Weinreb	Green Bank	(U.S.A.)
Prof. L. Woltjer	New York	(U.S.A.)

Zon commissie.

Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, voorzitter
Drs. J. Kuijpers, secretaris
Prof. Dr. H.G. van Bueren
Dr. A.D. Fokker
Dr. T. de Groot
Dr. M. Kuperus
Dr. J. Rosenberg
Ir. C. Slottje

1.3 De Werkgroep.

Prof. Dr. H. van der Laan, gedelegeerd bestuurslid, voorzitter
Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, vice-voorzitter
Dr. Ir. J.W.M. Baars, Hoofd Telescoopgroep Dwingeloo/Westerbork
Dr. W.N. Brouw, Hoofd Computergroep

Ir. J.F. van der Brugge, Hoofd Centrale Technische Dienst
Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium
A.H. Schöller, Hoofd van het Bureau, secretaris

1.4 Personeelsraad S.R.Z.M.

Samenstelling: W.H.J. Beerekamp, voorzitter
J.A. Jongebloed, secretaris
P. van den Akker
R.C.V. van Schie
B.A.P. Schipper
H. Snijder
Ir. L.H. Sondaar
B. Tragter

2. PERSONEEL VAN DE STICHTING PER 1 JANUARI 1974.

2.1. Bureau van de Stichting (RB).

1. Secretaris / hoofd van het Bureau	A.H. Schöller
2. Administrateur	M. Meinen
3. Administratief medewerker	J. Duinkerken
4. Administratief medewerkster	Mevr. G. Smit-Hoving
5. Secretaresse	vakature
6. Secretaresse	Mej. J.H. Ekkelenkamp
7. Typiste / telefoniste	Mej. F. Slagter
8. Secretaresse	Mevr. T. Werners-Hardenberg

2.2. Radiosterrenwacht Dwingeloo (Beheer gebouwen en terrein) (RD).

1. Beheerder	A.H. Schöller
2. Concierge/chauffeur/tuinman	H. Sieders
3. Huishoudster	Mevr. W. Sieders-Barkhof
4. Kantinebeheerder/schoonmaker	J. Hoek
5. Schoonmaakster 1)	Mevr. A. Bentum-Zoer
6. Schoonmaakster 1)	Mevr. R. Hoek-Bentum
7. Schoonmaakster 1)	Mevr. T. de Weerd-Barels

1) part-time

2.3. Teleskoopgroep Dwingeloo (RE).

1. Hoofd van de afdeling	Dr. Ir. J.W.M. Baars
2. Ingenieur	Ir. C. Slottje
3. Rekenaar/waarnemer	B. Kramer
4. Rekenaar/waarnemer	E. Landré 1)
5. Programmeur/waarnemer	H.W.H. Meijer

1) In dienst van R.U. Utrecht.

2.4. Centrale Technische Dienst (RF).

1. Hoofd van de afdeling	Ir. J.F. van der Brugge

te Dwingeloo:

2. Hoger technicus	R.J.H. van 't Land
3. Hoger meettechnicus	D. Hoogenraad
4. Hoger electronicus	J.F.N. Roosjen
5. Technisch documentalist	G.B.B. van der Toorn
6. Electronisch technicus	J. Buiter
7. Electronisch technicus	L. de Jonge
8. Electronisch technicus	Y.J. Koopman
9. Electronisch technicus	L. Nieuwenhuis
10. Electronisch technicus	P.H. Riemers
11. Electronisch technicus	N. Schonewille
12. Electronisch technicus	H. Snijder
13. Electronisch technicus	S.T. Zwier
14. Electronisch technicus	K. Brouwer
15. Mechanisch technicus	J. Bakker
16. Mechanisch technicus	G.J.M. Koenderink
17. Technisch tekenaar	R. van Dalen
18. Magazijnmeester	P.C. Jager
19. Hulpkracht	vakature
20. Praktikant	
21. Praktikant	
22. Praktikant	
23. Praktikant	

te Leiden/Dwingeloo:

24. Chef instrumentmakerij	I. Starre
25. Mechanisch technicus	J.S. Dekker
26. Mechanisch technicus	M. Pauw
27. Mechanisch technicus	R.C.V. van Schie
28. Mechanisch technicus	I.A. Lekatompesy (tijdelijk tot mei '74)

2.5. Laboratorium (RG).

1. Hoofd van de afdeling	Ir. J.L. Casse
2. Ingenieur	Ir. A. Bos
3. Ingenieur	Ir. A. Deutsch
4. Ingenieur	Drs. J.P. Hamaker
5. Ingenieur	Ir. I.H. Sondaar

6. Ingenieur	Ir. J.J. Visser
7. Ingenieur	Dr. K.J. Wellington
8. Hoger electronicus	W.H.J. Beerekamp
9. Hoger electronicus	A. Doorduin
10. Hoger electronicus	W. Huiskamp 1)
11. Hoger electronicus	A. Koeling
12. Hoger electronicus	K.W.C. Lugtenborg (tot 1-5-74)
13. Hoger electronicus	J. Pezij
14. Hoger electronicus	L.J. van der Ree
15. Hoger electronicus	B.A.P. Schipper
16. Hoger electronicus	E.E.M. Woestenburg
17. Hoger electronicus	vakature
18. Electronisch technicus	J. Weggemans
19. Electronisch technicus	R. Kiers
20. Electronisch technicus	A.G. Poot
21. Electronisch technicus	P.A. Wesdorp

1) in dienst van R.U. Utrecht

2.6. Radiosterrenwacht Westerbork (Beheer gebouwen en terrein) (RH).

1. Beheerder	Dr. Ir. J.W.M. Baars
2. Bewaker/tuinman	K. Kreeft
3. Bewaker/tuinman	H. Oostenbrink
4. Bewaker/tuinman	H. Wijma
5. Schoonmaakster 1)	Mevr. R. Heling-Rosing
6. Schoonmaker 1)	J. Heling

1) part-time

2.7. Teleskoopgroep Westerbork (RK).

1. Hoofd van de afdeling	Dr. Ir. J.W.M. Baars
2. Systeem fysicus	Ir. J.D. Bregman
3. Bedrijfsingenieur	A. Wolfers
4. Ontvangeringenieur	A.C. Hin
5. Systeem software beheerder	S. Drenth

6. Programmeur	vakature
7. Programmeur	G.J. Grit
8. Bedieningstechnicus	P. van den Akker
9. Bedieningstechnicus	L. Wanders
10. Bedieningstechnicus	S. Sijtsma
11. Ontvanger technicus	H.J. Borkhuis
12. Computer technicus	J.A. Jongebloed
13. Chef mechanische werkplaats	M. Bakker
14. Mechanisch technicus	A. ter Wiel
15. Electrisch technicus	K. Jansen
16. Telefoniste/receptioniste	Mej. G. Wolbers
17. Studentwaarnemers vakantietijd	

2.8. Computergroep (RM).

1. Hoofd van de afdeling	Dr. W.N. Brouw

te Dwingeloo:

2. Systeem ontwerper	Dr. E. Raimond
3. Systeem ontwerper	Drs. H.W. Leenaarts
4. Programmeur	Y.W. Kroodsma
5. Hoger electronicus/programmeur	B.P. Tragter
6.	vakature

te Leiden:

Centrale Reduktiegroep:

7. Hoofd reduktiegroep	Drs. H.W. van Someren-Gréve
8. Programmeur	J.W. Brotherhood
9. Programmeur	J.J. Schafgans
10. Assistent programmeur	G.A.W.L. Doove
11. Wetenschappelijk programmeur	Dr. R.G. Strom
12. Administratief assistente halve tijd	Mej. J.C.G. Scheeres
13. Systeem ontwerper	Dr. R.H. Harten.

2.9. Gastmedewerkers.

1. Astronoom	Dr. E. Bajaja
2. Astronoom	Dr. K.W. Weiler

2.10. Werkstudenten. 6 part-time

3. FINANCIEN.

3.1 Definitief overzicht van het Gewoon Subsidie 1972.

		subsidie		eindsaldi
RA	Salarissen	ƒ 2.569.000,--		ƒ 5.741,05
RB	Algemene en bureaukosten	118.000,--	-/-	23.626,77
RC	Laboratorium en Waarneem-station Zon	64.000,--	-/-	18.926,17
RD	Radiosterrenwacht Dwingeloo	132.000,--		15.523,43
RE	Telescoopgroep Dwingeloo	44.000,--		9.916,85
RF	Centrale Technische Dienst	84.000,--	-/-	30.735,57
RG	Laboratorium Dwingeloo	170.000,--		36.279,71
RH	Radiosterrenwacht Westerbork	143.000,--		10.652,89
RK	Telescoopgroep Westerbork	120.000,--		18.898,38
RL	Laboratorium Leiden	106.000,--		2.693,97
RZ	Bezuiniging subsidie	50.000,--		18.416,84
	Totaal	ƒ 3.600.000,--		ƒ 39.446,67

3.2 Voorlopig overzicht van het Gewoon Subsidie 1973.

		subsidie		eindsaldi
RA	Salarissen	ƒ 2.283.000,--		--,--
RB	Algemene en bureaukosten	181.500,--		21.443,45
RC	Laboratorium en Waarneem-station Zon	86.500,--	-/-	1.274,57
RD	Radiosterrenwacht Dwingeloo	118.500,--		4.002,42
RE	Telescoopgroep Dwingeloo	63.000,--	-/-	21.528,43
RF	Centrale Technische Dienst	129.500,--		1.232,11
RG	Laboratorium Dwingeloo	254.000,--	-/-	849.45
RH	Radiosterrenwacht Westerbork	144.000,--		19.460,86

		subsidie	eindsaldi
RK	Telescoopgroep Westerbork	140.000,--	--,--
RM	Onderhoud aan opstallen en instrumenten	60.000,--	--,--
	Totaal	ƒ 4.000,000,--	
	Overschot materieel subsidie (RB t/m RM)		ƒ 22.486,39

3.3 Gewoon Subsidie 1974.

Totaal	ƒ 4.700.000,--

3.4 Investeringssubsidie.

1972	ƒ 1.400.000,--
1973	ƒ 1.000.000,--
1974	ƒ 850.000,--

3.5 Bijzondere Subsidie Uitbouw S.R.T.

1974	ƒ 570.000,--

4. VERSLAGEN.

4.1 Astronomische verslagen.

4.1.1 Onderzoek op de Sterrewacht te Leiden met radiotelescopen van de Stichting.

Redactie: H. van der Laan.

Inleiding.

In 1972 werd uitvoerig gerapporteerd over voltooiïng van een aantal grote Dwingeloo programma's. Daarmee werd een zestienjarige periode van vruchtbaar Leids werk met dat instrument besloten. In z'n gemoderniseerde vormt begint de telescoop een nieuwe fase met mogelijkheden waarvan Leidse astronomen in de toekomst zeker gebruik zullen maken.

Het astronomisch onderzoek met het Westerbork instrument bevindt zich in het vierde jaar en uit de astronomische verslagen en publicatielijsten blijkt wel dat, in vergelijking met het verslag van de Telescoopgroep, de analyse hoe langer hoe minder parallel blijft met het telescoopgebruik in dezelfde periode. Een rijk en veelzijdig reservoir van gegevens wordt gevormd, die tot veel vergelijkende en multifrequente analyses leiden, waarbij gegevens van uiteenliggende perioden worden benut. Met uitbreiding van het werk wordt de verslaggeving relatief beknopter. Er is echter wel geprobeerd de lezer in staat te stellen de globale stand van zaken te beoordelen en combinaties van onderzoekers en projecten te vinden.

De onderdelen van het Leidse verslag werden welwillend geschreven door de volgende medewerkers:
A. drs. Ard Hartsuijker; B. drs. Frank Israël; C. dr. George Miley; D. drs. Elly Dekker.

A. WERK GEBASEERD OP WAARNEMINGEN MET DE DWINGELOO TELESCOOP.

Als voortzetting van de modelberekeningen in zijn proefschrift heeft T.A.Th. Spoelstra in Astronomy and Astrophysics de resultaten gepubliceerd van deze berekeningen voor Loop IV, de Lupus, Monoceros en Origem Loop. Aan de hand van de oriëntatie van het magneetveld in het galactische medium buiten de Loop wordt voor de gemiddelde magneetveldrichting binnen een paar honderd parsecs van de zon de waarde $l \simeq 40^{o}$ bepaald.

Twee artikelen, een samen met W.N. Brouw en een met E.M. Berkhuysen, zijn nog in voorbereiding.

In de eerste vier maanden van het jaar hebben Hartsuijker en Baars nog een geruim aantal weken waarneemtijd besteed aan het in 1971 gestarte bronzoekprogramma op 2700 MHz. Ook na een verbetering van de voor dit onderzoek ontworpen dubbelontvanger bleek de voor het astronomisch belang zo gewenste detectielimiet van 0.4 fu niet haalbaar te zijn. Met dezelfde ontvanger zijn ook een aantal variabele bronnen waargenomen en zijn verhoudingsmetingen gedaan van de bronnen Cas A, Cyg A, Tau A en Vir A.

B. GALACTISCH ONDERZOEK MET DE WESTERBORK SRT.

Vroege evolutiestadia van H II gebieden (diffuse emissienevels)- WSRT.

Habing bestudeerde samen met Goss en Matthews uit Groningen en Winnberg uit Bonn compacte H II gebieden. Op een golflengte van 6 cm vonden zij in totaal 7 puntbronnen op posities van OH masers. Habing en anderen menen dat OH masers ontstaan rond zware sterren, wanneer deze de hoofdreeks bereiken. Foto-ionisatie door de sterren produceert dan een klein H I gebied rond de ster, dat in korte tijd sterk uitbreidt. Gedurende deze fase ontstaat er een zeer dichte schil waarin OH masering optreedt.

Ook Olnon hield zich bezig met vroege evolutiestadia van H II gebieden. Hij reduceerde 6 en 21 cm waarnemingen van MWC 349. Deze en andere waarnemingen lijken erop te wijzen, dat de ster omgeven is door een zeer klein H II gebiedje, dat over een belangrijk deel van het radiospectrum optisch dicht is. De helling van het spectrum (+ 0.8) suggereert, dat de dichtheid naar het centrum van het object sterk toeneemt, zodat op elke golflengte een ander deel van het neveltje optisch dicht "gezien" wordt. Olnon verrichtte uitvoerige berekeningen over dergelijke modellen.

Tijdens zijn Leids verblijf hield Riegel zich bezig met de reductie van 21 cm waarnemingen van NGC 281 en IC 5146 en begon hij waarnemingen op 6 cm van NGC 2264. Na zijn vertrek naar Berkeley werd het werk van het laatste object door Olnon voortgezet.

Harten testte het "Klean programme" op 21 en 6 cm waarnemingen van de sterke galactische radiobron W3. Hij slaagde erin om een dynamisch bereik van 25 dB op 21 cm en 20-23 op 6 cm te verkrijgen, waardoor ook zwakke structuren goed zichtbaar werden.

Israël reduceerde en interpreteerde 21 en 6 cm waarnemingen van de sterke galactische bron W 58. Deze bevindt zich in de richting van De Zwaan op een afstand van 9 kpc. Hij is grotendeels aan het oog onttrokken door stofflarden. Hij bevat een aantal, deels zichtbare, condensaties, die klaarblijkelijk de plaatsen van stervorming en nevelcomplex markeren. De emissie in de nevel is sterk geconcentreerd: ongeveer 25% van de emissie komt uit een gebied met een diameter van slechts 1/15 van de diameter van het gehele gebied.

W58 bevat een drietal dichtbijeengelegen compacte componenten, waarvan de helderste en tevens de kleinste geassociëerd is met de OH emissiebron ON-3; het optische zichtbare object K3-50 heeft een optisch dicht spectrum vanaf 3 cm; zijn diameter kan niet meer dat 2 boogseconden bedragen. De helling van het optisch dichte spectrum bedraagt + 0.9; volgens de modelberekeningen van Olnon wijst dit op een sterke toename van de gasdichtheid naar het centrum van het object.

Behalve deze objecten, die aan het begin van hun evolutie lijken te staan, vinden we in W58 ook nog twee uitgebreide, kennelijk verder geëvolueerde gebieden, die een "helderheidsgat" in het midden vertonen.

Planetaire nevels.

De 6 cm waarnemingen van NGC 40, NGC 6543 en NGC 6720 werden gereduceerd door George en Kaftan Kassim (N.Y.U. Stony Brook en enkele maanden in Leiden); ook Hartsuijker nam deel aan de reductie.

De overeenstemming tussen de optische en radio isotopen is zeer groot; dit gegeven bevestigt andermaal dat de beide stralingssoorten door soortgelijke processen worden opgewekt. George construeerde modellen, die hij zo goed mogelijk aan de waarnemingen aanpaste. Na het vertrek van George en Kaftan-Kassim werd de reductie van NGC 1514, NGC 2392, NGC 3242 en NGC 7662 door Harten verricht. Met behulp van de programma's Klean en Restore wist hij structuren op een schaal van 5 boogseconden, kleiner dus dan de gesynthetiseerde bundel, zichtbaar te maken. De op deze wijze verkregen radiokaarten zijn vrijwel identiek aan de kaarten door Kaftan-Kassim op 11 cm met een vergelijkbaar scheidend vermogen vervaardigd met de NRAO interferometer.

Radiosterren en Röntgenbronnen.

Braes, Habing en Olnon namen in het kader van het gezamelijke Bonn-Westerbork project een aantal kandidaat radiosterren waar op 6 cm; de sterren MWC 349, V 1016 Cygni en Lk Hx 101 werden gedetecteerd.

Braes en Miley namen Sco X-1 waar op 6 en 50 cm. Het spectrum van deze bron wordt nu geanalyseerd, mede gebruik makende van vroegere WSRT metingen bij 21 cm en NRAO metingen bij 3 en 11 cm. Het oude 21 cm materiaal wordt opnieuw bewerkt door Reyns o.a. met het oog op een zo nauwkeurig mogelijke positiebepaling van de buitenste componenten van de bron (eigen-beweging?).

Van Cyg X-3 werden gelijktijdige waarnemingen gedaan op 2 cm (Algonquin R.O.), 3 en 11 cm (NRAO) en 6 en 21 cm (WSRT). De resultaten zijn in bewerking.

Het aangrenzende gebied, waar zich zeer jonge associatie Cyg OB2 bevindt, werd door Braes en Miley in kaart gebracht op 6 cm. Het laat zich aanzien dat deze metingen, samen met de voorhanden zijnde 21 cm, IR en optische gegevens, zullen toelaten zich een beeld te vormen van de prilste evolutiestadia van OB associaties.

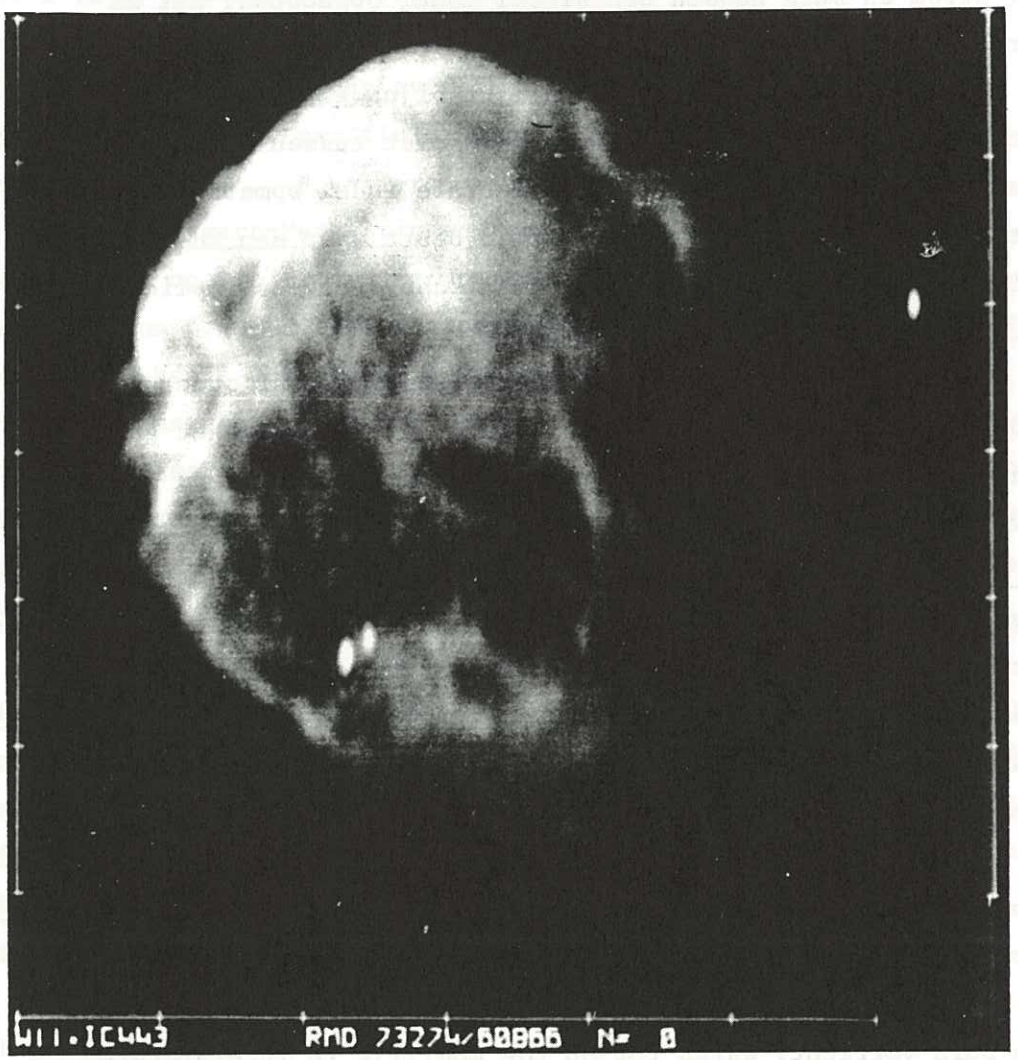
Supernovaresten.

Wilson nam samen met Hartsuijker en Weiler (Groningen)

de Krabnevel waar op verschillende data om na te gaan of de radio-structuur variaties in de tijd vertoont. De reductie van deze metingen is in volle gang. Wilson en Weiler namen ook samen de radiobron 3C58 waar op 6, 21 en 50 cm. Deze bron vertoont in vele opzichten een sterke gelijkenis met de Krabnevel, hetgeen door de WSRT waarnemingen bevestigd wordt. 3C58 blijkt sterk lineair gepolariseerd te zijn, vooral op 6 cm. De spectrale en polarisatie eigenschappen van de bron worden nader onderzocht. In aansluiting op dergelijke waarnemingen maakt Wilson een studie van de diffusie van relativistische electronen in radiobronnen en van het effect op dichtheid en spectrum van verschillende vormen van energieverlies. Hij heeft oplossingen voor de transportvergelijking gevonden en het geval van een constante diffusie coëfficient waarbij deeltjes hun energie verliezen door synchrotronstraling, adiabatische expansie, ionisatieprocessen, bremstrahlung en verschillende combinaties hiervan. Wilson hoopt de analyse van variabele diffusie-coëfficienten te kunnen uitbreiden en de resultaten op de Krabnevel en sommige extragalactische objecten toe te kunnen passen.

Strom, Duin en Van der Laan zetten de analyse voort van 21 cm waarnemingen van Cas A, 3C10 (Tycho's Supernova) IC 443 en 3C358 (Kepler's Supernova). Daarbij deden zij waarnemingen op 6 cm van 3C10 en IC 443. De 21 cm kaarten van Cas A en 3C10 zijn door Strom en Duin gepubliceerd. Beiden zijn jonge resten en zij vertonen de gebruikelijke schilstructuur. Cas A vertoont aanzienlijke emissie buiten de ring en er schijnt radio-emissie van een optisch filament buiten de oostelijke rand aanwezig te zijn. Er is verder weinig overeenkomst tussen de optische filamenten en de radio-pieken.

3C 10 is in het radiogebied opmerkelijk circel-symmetrisch met scherpe buitenranden en geen emissie in het centrum. Op 21 cm is het sterk gepolariseerd tot meer dan 10%. Een analyse van de polarisatierichting brengt een opvallende celstructuur aan het licht, die sterk gecorreleerd is met de gepolariseerde intensiteit. Die celstructuur wordt vermoedelijk teweeggebracht door een dun, onregelmatig scherm van magneto-ionisch materiaal, waarin Faraday draaiïng plaatsvindt. De hoeveelheid Faraday-draaiïng duidt erop, dat dit scherm uit opgeveegde interstellaire materie



"Radiofoto" van de ca. 50.000 jaar oude galactische supernovarest IC443, zoals waargenomen met de SRT op 21 cm golflengte. De gemeten verdeling van de totale intensiteit is door een computergestuurde kathodestraalbuis in beeld gebracht. De subtiele sluierstructuur van de nevel, bekend uit optische foto's, komt hier, dankzij de combinatie van gevoeligheid en beeldscherpte, voor het eerst tot z'n recht bij radiogolflengten.

De dubbele bron van het Z.O. deel van de nevel heeft de karakteristieke vorm van een extragalactische bron in de achtergrond. De ellipsjes tonen de effectieve beeldscherpte van de kaart.

De radiostraling blijkt een zeer gedetailleerde ruimtelijke correlatie met de optische lijnstraling te vertonen. Dit zou niet verwonderlijk zijn als de radio-emissie vrij-vrij straling was. Die is echter veel zwakker dan de hier gemeten intensiteit, die bovendien een niet-thermisch spectrum heeft. Er is hier dan ook sprake van een vrijwel perfecte ruimtelijke coïncidentie van twee volkomen niet-verwante stralingsprocessen. Dit werpt interessant licht op de magnetohydrodynamische ontwikkeling van oude supernovaresten. (Uit een programma van Drs. R.M. Duin, Leiden).

bestaat. Strom en Duin hebben een simpel model opgebouwd, dat de radiovorm en de Faraday draaiïng verklaart.

In de 6 cm kaart van 3C10 blijkt bijna alle structuur opgelost te zijn. Er is een sterke overeenkomst tussen de 21 en 6 cm kaarten. Dit wijst erop dat de spectrale index opmerkelijk constant is over de bron, hetgeen op zijn beurt weer een identiek versnellingsverleden voor alle relativistische deeltjes impliceert. De WSRT 50 cm kaart bevestigt deze indruk.

IC 443 is een supernovarest meer dan 100 maal ouder dan 3C10. Optisch is het een zeer opvallend object nabij het galactisch anticentrum. De WSRT 21 cm kaart laat een opvallend goede overeenkomst tussen de optische en de radiostructuren zien. Van der Laan en Duin verklaren dit door aan te nemen dat het opgeveegde interstellaire gas, dat door de schok verhit is, daarna instabiele koeling en drukevenwicht met zijn omgeving ondergaat. Daardoor bevatten de filamenten niet alleen een grote hoeveelheid thermisch materiaal (thermisch optische emissie) maar ook samengeperste relativistische deeltjes en magnetische velden uit het interstellaire medium (niet-thermische radio emissie). De 50 cm WSRT kaart laat zien, dat ook bij deze bron variaties in spectrale index gering zijn.

De 21 cm metingen van 3C358, in 1971 door Sutton (Bologna), Strom en Duin verricht, waren tot nu toe moeilijk te interpreteren in verband met de lage declinatie van het object (-21^{o}), waardoor slechts een uurhoekinterval van 3 uur beschikbaar is. Nu de programma's Klean en Restore operationeel zijn, komt hierin verandering.

Willis en Van der Laan namen CTB 1 waar op 50 cm. De slechts gedeeltelijk complete schil is het helderst aan de westelijke kant, hoewel de helderste optische structuren aan de zuidkant te zien zijn. De radiowaarnemingen wijzen op een dunne schil met een scherpe buitenbegrenzing. De analyse wordt voortgezet.

C. EXTRAGALACTISCH CONTINUUM ONDERZOEK MET DE SRT.

(i). Surveys en daarmee verbonden programma's.

Katgert en Le Poole zetten hun werk voort aan de Westerbork 1.4 GHz survey van 5C2 velden. De reductie van de 24 diepe

(1 x 12 h) velden is in principe compleet en die van de twee zeer diepe (16 x 12 h) velden is in een vergevorderd stadium. Definitieve statistieken over de telling en identificatie van bronnen zullen tot een fluxdichtheid van 1 mjg spoedig beschikbaar zijn.

Katgert-Merkelijn en Van der Laan deden waarnemingen met de SRT op 0.6 GHz om de spectra van bronnen, voorheen ontdekt in hun 1.4 GHz zoekprogramma naar BSO's, te bepalen. Katgert-Merkelijn heeft ook enige "lege" velden (vrij van sterke radiobronnen) waargenomen op 0.6 GHz en is bezig de ontdekte bronnen te catalogiseren en te identificeren. In samenwerking met Spinrad (Berkeley) heeft zij aldus identificaties en radio spectra verkregen voor bronnen gevonden in haar 1,4 en 0.6 GHz waarnemingen van een optisch diep (tot 22.5 mag.) veld.

Willis (Canadese "NRC Fellow"), Oosterbaan, de Ruiter, Le Poole en Van der Laan zijn begonnen met het catalogiseren van achtergrond bronnen in ongeveer 200 velden waargenomen met de SRT op 1.4 GHz. Het geheel van resultaten zal o.a. informatie verschaffen over de isotropie van radiobronnen. Verder werken De Pater en Katgert-Merkelijn aan een statistische studie over de relatie tussen de afmetingen van bronnen en hun optische identificaties.

Van Vliet heeft, samen met Harten en Miley de catalogisatie en identificatie van achtergrond bronnen vlakbij 20 sterke 3C radiostelsels zo goed als afgerond. Latere analyse zal een aanwijzing kunnen geven of de achtergrond bronnen verbonden zijn met de stelsels.

Twee programma's worden uitgevoerd om te zoeken naar "hoofd-staart" bronnen in clusters van stelsels. Vanwege het steile niet-thermische spectrum van de radiostaarten is een lage frequentie gewenst voor een dergelijk onderzoek. Jaffe en Perola (Milano) bestuderen vijf rijke clusters op 0.6 en 1.4 GHz. Vijf andere clusters worden waargenomen door Miley, Wilson (U.K. Royal Society Fellow), Van der Laan en Wellington (Dwingeloo). Deze programma's kunnen inzicht verschaffen in de relatie tussen de röntgen- en radiostraling van clusters. Tevens zal men de luminosity function van radiobronnen in clusters kunnen bepalen en of er radiobronnen geassocïeerd zijn met het intra cluster medium. Burke (MIT) en

Miley publiceerden hun resultaten van het zoekprogramma op 1.4 GHz naar optisch bijzondere stelsels en hebben met Allen (Groningen) en Ekers (Groningen) samengewerkt om hun waarnemingen uit te breiden. De radiostraling van deze systemen is niet buitengewoon sterk of frequent en er werd geen radiostraling ontdekt van de optische bruggen of staarten, die kennelijk stellair zijn.

(ii). Helderheid en polarisatieverdeling.

De SRT is een krachtig instrument voor het waarnemen van intrinsiek zwakke, nabije melkwegstelsels. De Bruyn heeft zes stelsels met actieve optische en radiokernen waargenomen op 5 GHz om hun radiostructuur te bepalen met hoog oplossend vermogen. Vergelijking met eerder verkregen 1.4 GHz gegevens en komende 0.6 GHz metingen zal informatie over hun spectra verschaffen. De Bruyn en Willis hebben ook verscheidene Seyfert stelsels op 5 en 1.4 GHz waargenomen en onderzochten de relatie tussen radio en infra-rood straling opgemerkt door Van der Kruit. Verder zijn De Bruyn en Wilson begonnen met een zoekprogramma op 1.4 GHz naar de radiostraling van zeventien stelsels van het Seyfert-type in de Makarion catalogus. Miley ontdekte dat op 1.4 GHz het actieve Seyfert-stelsel NGC 1275 een radio component heeft die in omvang te vergelijken is met het optische beel ($\sim$30") en samen met Ekers is hij bezig de structuren op 5 GHz te onderzoeken. Gehoopt wordt vergelijkingen te kunnen maken met onlangs verkregen H-I absorptie resultaten.

Israël is bezig met de analyse van 1.4 GHz metingen van M33 (met Van der Kruit (nu als Fellow verbonden aan de Hale Observatories, California)) en van M101 (met Allen en Goss (Groningen)) om de verdeling van H-II gebieden in deze stelsels te bestuderen. Voor M33 concludeert hij dat een groot gedeelte van de waargenomen totale radiostraling thermisch van oorsprong kan zijn.

Verscheidene programma's houden zich bezig met het in kaart brengen van de helderheid en polarisatieverdeling van sterke radiostelsels en quasars op een aantal frequenties.

De resultaten geven nieuwe informatie over de magnetische velden en thermische materie in radiobronnen en zullen het aantal fysisch mogelijke bronmodellen verkleinen. Van der Laan en Wardle (Brandeis) onderzoeken hiertoe welke waarnemingen informatie verschaffen over mogelijke versnellingsmechanismen van electronen.

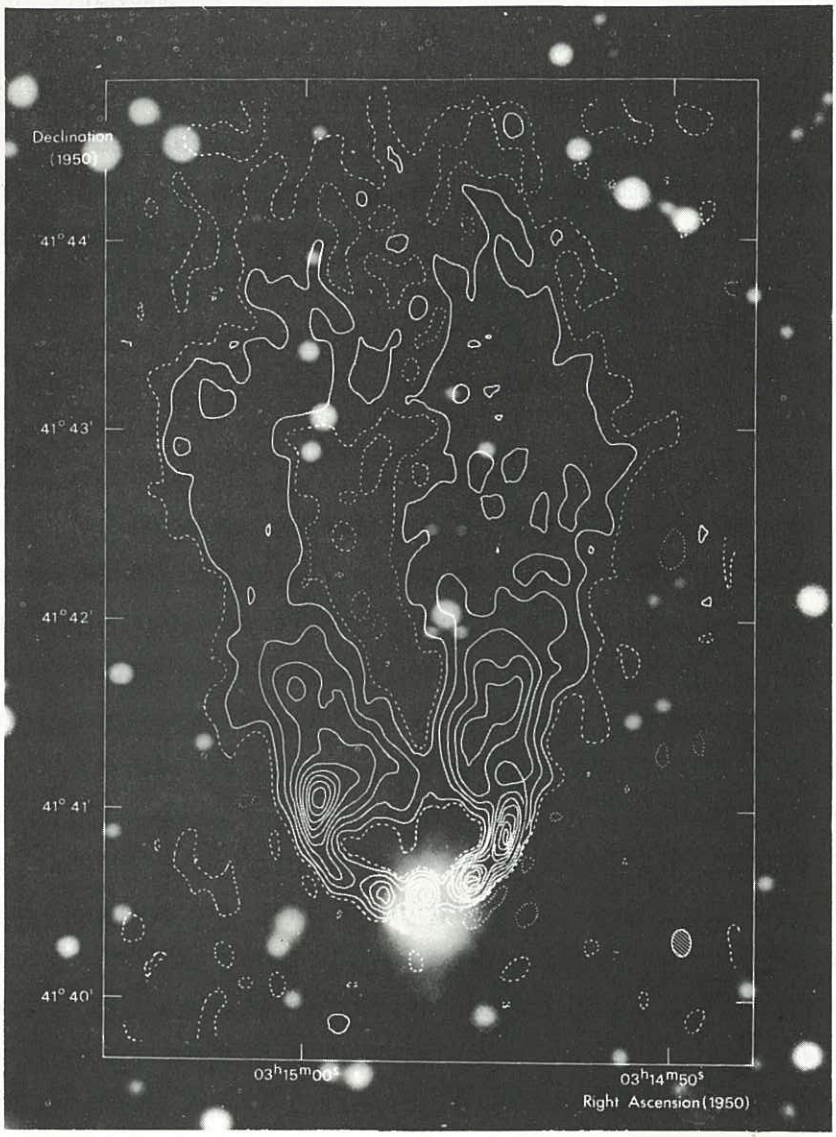
Strom, Willis en Wilson bestuderen vier sterke stelsels op 0.6, 1.4 en 5 GHz. Zij vinden dat DA 240 een drievoudige structuur heeft en zich uitstrekt over 24'. De sterkte van deze bron op 0.6 GHz is ongeveer 500 maal zwakker dan die van Cygnus A, maar zijn hoekafmeting is twaalf maal zo groot.

Strom werkt samen met Kronberg (Toronto) bij het onderzoek van drie andere sterke radiostelsels. De Westerbork en N.R.A.O. gegevens op vijf verschillende frequenties zullen het mogelijk maken om de depolarisatieverdeling in kaart te brengen.

Jaffe en Perola hebben een artikel geschreven waarin hun 1.4 en 5 GHz waarnemingen van radiobronnen bij het centrum van drie rijke clusters van stelsels gerelateerd worden aan condities binnen de clusters. Jaffe onderzoekt tevens verschillende processen om het intracluster medium te verhitten en af te koelen. Miley heeft zijn 1.4 GHz metingen van "hoofd-staart" bronnen in clusters gepubliceerd en Jaffe en Perola hebben aangetoond dat deze gegevens passen in hun gedetailleerde modellen van "radio trails". Verdere steun voor de radio trail hypothese werd verkregen door de 5 GHz helderheid verdeling van NGC 1265 door Wellington, Miley en Van der Laan. Deze onderzoekers hebben ook de 5 GHz polarisatieverdeling van verscheidene sterke radiostelsels inclusief enige hoofd-staartbronnen gemeten; de gegevens worden geanalyseerd.

Conway (gasthoogleraar uit Manchester), Willis, Vallée (Canadese NRC Fellow) en Van der Laan zijn begonnen met het onderzoek op 1.4 en 5 GHz van 300 4C bronnen. De helft daarvan werd gekozen om hun steile spectra, terwijl de spectrale index van de andere helft dichtbij de mediaanwaarde ligt. De doelstellingen van dit programma zijn om de structuren van de bronnen in beide groepen te vergelijken, te zoeken naar kerncomponenten en de bepaling van de polarisatie eigenschappen van een groot aantal 4C bronnen.

In een omvangrijk programma onderzoeken Hartsuijker en en Miley de structuren en polarisatieverdeling van ongeveer 200



Kosmisch vuurwerk.

Er zijn sterrestelsels in de kosmische ruimte die in hun kernen onvoorstelbare hoeveelheden energie herbergen. Soms, we begrijpen nog niet waarom en hoe, komt hiervan een deel vrij en worden "radio-vuurballen" uit de kern van zo'n stelsel geschoten (meestal twee in een tegengestelde richting), die daarbij ver buiten het stelsel komen. Deze objecten zenden geen licht uit, maar ze zijn wel bronnen van zeer intense radio-ruis, zodat ze met een radio-telescoop kunnen worden waargenomen.
In het Heelal komen sterrestelsels vaak in grote zwermen voor, waarin het aantal stelsels kan variëren van enige tientallen tot duizendtallen. De leden van zo'n zwerm bewegen zich ten opzichte van elkaar met grote snelheden als gevolg van hun onderlinge zwaartekracht.
Wat er nu gebeurt als de kern van een sterrestelsel in zo'n zwerm explodeert, toont deze plaat. De radio-intensiteitslijnen zijn door de Synthese Radiotelescoop in kaart gebracht en op een foto gelegd van het waargenomen sterrestelsel NGC1265, voorkomend in een grote zwerm van stelsels in het sterrebeeld Perseus. NGC1265 heeft een snelheid t.o.v. het centrum van de zwerm van enkele duizenden kilometers per seconde.

De afstand tussen onze planeet en NGC1265 is circa 180 miljoen lichtjaren en het stelsel deed er zo'n twintig miljoen jaar over om van het gebied van de bovenrand van de foto naar zijn huidige positie te reizen. In die tijd ontplofte de kern herhaaldelijk en het radiospoor toont de resten van deze explosieve geschiedenis. Uit dit spoor valt niet alleen veel informatie over die ontwikkeling te halen, maar het toont ook onomstotelijk en voor het eerst aan dat de ruimte tussen de sterrestelsels met een ijl gas is gevuld. De radio-vuurballen worden in de ruimte door dit gas vertraagd en tegelijkertijd wordt hun expansie, waardoor ze zouden uitdoven, belemmerd.
(Programma van K.J. Wellington, G.K. Miley en H. van der Laan, zie publicatielijst).

quasars met bekende roodverschuivingen. Waarnemingen werden uitgevoerd op 5 en 1.4 GHz en de analyse van deze gegevens is bijna afgerond. De resterende metingen zullen gedaan worden in 1974. Van de resultaten wordt verwacht dat ze de angular size-redshift relatie kunnen verfijnen. Deze relatie is waarschijnlijk nauw verbonden met de geometrie van het heelal.

(iii). Diversen.

Zowel Conway als Strom vervolgen hun statistische onderzoekingen van de geïntegreerde lineaire polarisatie van quasars. Wilson, Weiler (Groningen) en Raimond (Dwingeloo) zijn van plan om de geïntegreerde circulaire polarisaties van 40 sterke compacte bronnen op 0.6 en 1.4 GHz te meten.

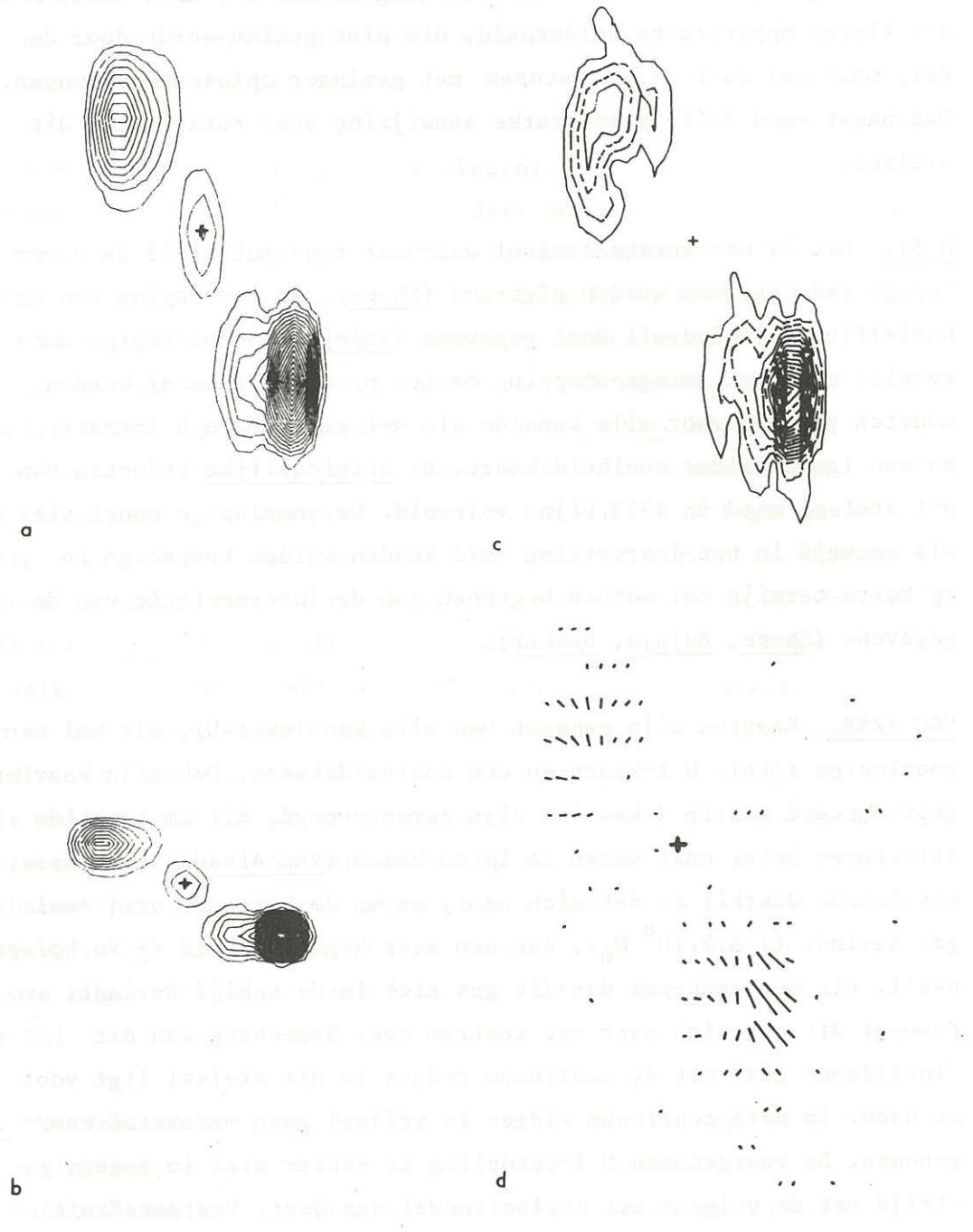
Teneinde een bruikbaar rooster van punt calibratiebronnen te definiëren, hebben Katgert-Merkelijn en Raimond de posities van ongeveer 30 kleine bronnen op 5 en 1,4 GHz waargenomen; de gegevens worden herleid.

D. EXTRAGALACTISCH SRT ONDERZOEK IN DE H I-LIJN.

In 1973 zijn geen nieuwe objecten aan het H I-lijn programma toegevoegd. Het H I-lijn waarnemingsprogramma voor 1973 heeft zich dan ook beperkt tot het aanvullen (of herstellen) van ontbrekende (of slechte) waarnemingen van de reeds in 1972 waargenomen objecten.

Veel tijd is besteed aan het schrijven van een aantal voor het lijn onderzoek onontbeerlijke reductie programma's (Shane, Bajaja) , waardoor pas in de tweede helft van 1973 duidelijke vooruitgang met de reductie van het in 1972 waargenomen materiaal werd geboekt. Hieronder volgt een korte samenvatting van de stand van zaken.

II. Zw 40. De analyse van de H I-lijn gegevens, gecombineerd met nieuwe 6 cm continuum metingen werd voortgezet door Jaffe. Uit een voorlopige bestudering van de H I-metingen vond hij een totale hoeveelheid H I massa, die veel minder is dan wat uit andere waarnemingen (met geringer oplossend vermogen) werd gevonden.



In het programma WS34 wordt door A.P. Hartsuijker en G.K. Miley een uitgebreid onderzoek gedaan naar de structuur van de totale en gepolariseerde radiostraling op 5 GHz van quasistellaire radiobronnen met bekende roodverschuiving.
Deze figuren zijn een voorlopig resultaat van een twaalfuurs meting van 3C47. De figuren a en b zijn kaarten van de totale radiostraling. De twee uiterste componenten liggen 67" uit elkaar en hebben een piekintensiteit van 200 en 410 mfu. De centrale component met een piekintensiteit van 70 mfu valt precies samen met het optisch object. In figuur b is de declinatieschaal gecomprimeerd om een circulaire bundel te verkrijgen. Dit illustreert heel duidelijk dat de twee buitenste componenten niet langs hun verbindingslijn uitgestrekt zijn. Figuur c is een kaart van de gepolariseerde radiostraling. De piekintensiteiten van beide componenten zijn 12 en 43 mfu. De centrale component is ongepolariseerd. In figuur d is de polarisatie d.m.v. vectoren aangegeven.

Het is mogelijk dat dit stelsel een uitgebreide H I-halo heeft met een kleine oppervlakte helderheid, die niet gezien wordt door de SRT, maar wel door de telescopen met geringer oplossend vermogen. Daarnaast vond Jaffe geen sterke aanwijzing voor rotatie van dit stelsel.

M 51. Dit is het eerste stelsel waarvoor rond juli 1973 de voorlopige reductie kon worden afgerond (Shane). Na toevoeging van korte basislijnen uit Jodrell Bank gegevens (Bajaja) en voorlopige correcties voor het fringe-stopping centre probleem (Shane) werden kaarten gemaakt voor alle kanalen als wel een totale H I-kaart en een (gemiddelde) snelheidskaart. De uiteindelijke reductie van dit stelsel werd in 1973 bijna voltooid. De voorlopige conclusies als vermeld in het jaarverslag 1972 konden worden bevestigd en op korte termijn zal worden begonnen aan de interpretatie van de gegevens (Shane, Bajaja, Dekker).

NGC 4258. Kaarten zijn gemaakt van alle kanalen (40), als wel een voorlopige totale H I-kaart en een snelheidskaart. Ook zijn kaarten geproduceerd waarin 3 kanalen zijn samengevoegd, dit om bepaalde structuren beter naar voren te laten komen (Van Albada). Het meest opvallende daarbij is dat zich nabij en op de korte as vrij veel gas bevindt (1 à 2.10^8 $M_\odot$), dat een zeer hoge snelheid (± 90 km/sec) heeft. Als men aanneemt dat dit gas zich in de schijf bevindt, beweegt dit gas zich naar het centrum toe. Samenhang van dit "invallende gas" met de continuum ridges in dit stelsel ligt voor de hand. In deze continuum ridges is vrijwel geen waterstof waargenomen. De waargenomen H I-verdeling is echter niet in tegenstrijd met de volgens het explosiemodel van Oort, Van der Kruit en Matthewson voorspelde lege gebieden. De beschikbare snelheidskaart is vanwege hoge ruis en onzekerheid in nulniveau nog niet erg bruikbaar, maar er zijn duidelijke aanwijzingen dat de rotatie kromme in de buitenste delen van dit stelsel (12-20 kpc) vrijwel constant is (± 220 km/sec) of misschien zelfs nog toeneemt (Dekker).

NGC 1300. Dat de reductie van dit stelsel zeer moeilijk is, is uitgelegd in het jaarverslag van 1972. Shane is bezig een convolutie procedure toe te passen om een bruikbare bundel te ver-

krijgen. Tot nu toe heeft hij nog geen resultaten van betekenis verkregen. Dit bevestigt eerdere vermoedens dat dit stelsel bijzonder weinig H I-gas bevat.

M81-groep (in samenwerking met Groningen).
De reductie van de waarnemingen van deze groep is zeer omvangrijk. Een deel van de waarnemingen is van slechte kwaliteit. Aanvullende waarnemingen voor deze groep van stelsels zijn in 1973 gedaan. Shane is begonnen aan de correctie van phasefouten voor M82, terwijl voorlopige 25" kaarten van M81 gereed kwamen. Bij deze reductie wordt hij geassisteerd door Mevr. Schenk. Een publicatie van de 50" kaarten van M81 kwam gereed (in samenwerking met Rots, Groningen). De waargenomen verdeling van het H I-gas in M81 is erg regelmatig en valt samen met de optische structuur. Opvallend is de afwezigheid van H I in het centrale deel. Men zou dit kunnen verklaren (Oort) als gevolg van de vorming van sterren in een spiraalgolf, waarbij gemiddeld $\pm$ 2% van het gas per passage door de golf wordt omgezet in sterren. Combinatie van deze gegevens met die van onze eigen Melkweg leidt tot de conclusie dat de grote meerderheid van sterren is gevormd vóór het spiraalstadium, i.e. vermoedelijk bij de oorspronkelijke collaps. Uit de voorlopige snelheidskaart valt te concluderen dat de afwijkingen van circulaire beweging in M81 klein zijn ($\sim$10 km/sec), vergelijkbaar met die in onze eigen Melkweg, in tegenstelling echter met wat is gevonden voor M51.

M31. De waarnemingen van dit stelsel zijn nog niet volledig. De toevoeging van korte basislijnen met Jodrell Bank gegevens is voltooid en kaarten zijn gemaakt voor alle waargenomen kanalen. Voorlopige gegevens tonen een goede correlatie tussen de H I-verdeling in de optische structuur. Over de verdeling van H I-gas in het centrale deel valt nog weinig te zeggen, omdat de waarnemingen nog niet compleet zijn. In 1974 zullen aanvullende waarnemingen worden gedaan (Bajaja).

NGC 4594. Een convolutie procedure wordt toegepast op de waarnemingen om een betere bundel te krijgen, maar tot nu toe is er

nog geen waterstof emissie in die kaarten te zien (Bajaja).

NGC 7331. De waarnemingen van dit stelsel (een tijdvuller) zijn zeer moeilijk te reduceren. De kaarten zijn in zoverre gereduceerd dat er een "schoonmaak" procedure op kan worden losgelaten. Er is behoorlijk veel waterstof emissie (Bajaja).

IC 342. Voor dit stelsel werd een voorlopige totale H I-kaart (50") als wel een snelheids-kaart gemaakt. De waarnemingen zijn echter nog niet voorzien van de korte basislijnen. In 1974 zullen verdere waarnemingen worden gedaan om een hoger oplossend vermogen te bereiken.

De resultaten van NGC 4258, M51 en M81, hier vermeld, zijn gepresenteerd op de I.A.U. conferentie in Australië (Oort).

4.1.2 Gronings radiosterrekundig onderzoek, door H. van Woerden.

De Groningse groep radioastronomen omvatte in 1973 de volgende 13 personen:
5 gepromoveerden in dienst van de Universiteit: R.J. Allen, R.D. Ekers, R. Sancisi, U.J. Schwarz en H. van Woerden;
2 gastmedewerkers van de Stichting Radiostraling: Dr. W.T. Sullivan en Dr. K.W. Weiler;
1 gast op een bezoekersbeurs van ZWO: Dr. W.M. Goss;
1 gast op een Royal Society Exchange Fellowship: Dr. H.E. Matthews;
2 promovendi in dienst van de Universiteit: A.H. Rots en J.M. van der Hulst (doctoraalexamen: januari 1971 en september 1973);
2 promovendi in dienst van ZWO: H.C.D. Visser en A. Bosma (doctoraal-examen: januari en september 1973).

Elk van hen was betrokken bij een aantal projecten; en de meeste onderzoekingen gebeurden in teams van verscheidene personen. Met de groep werkten enkele Groningse theoretisch-astrofysici samen, en een groot aantal buitenlandse radioastronomen.

1. Neutraal waterstofgas in sterrenstelsels

Vrijwel alle Groningse radio-astronomen waren dit jaar betrokken bij de studie van structuur en dynamica van sterrenstelsels met behulp van de 21 cm-lijn. De Synthese-telescoop te Westerbork (SRT) heeft bij deze golflengte een scheidend vermogen van een halve boogminuut. Er zijn een veertigtal sterrenstelsels met hoekafmetingen van meer dan 10 boog-minuten; deze lenen zich voor gedetailleerde studie met de SRT. De 80 kanalenontvanger, waarover vorig jaar uitvoeriger werd geschreven, geeft in de 21 cm-lijn een scheidend vermogen van 27 km/sec in snelheid; de systematische rotatie-bewegingen in sterrenstelsels, die 100 tot 300 km/sec bedragen, kunnen daarmee dus goed worden onderzocht.

De Groningse groep verkreeg in 1972 voor een vijftiental sterren-stelsels metingen van de waterstoflijn. Voor de grotere stelsels omvatten de metingen 256 x 256 rasterpunten; en op elk daarvan is een spectrum bestaande uit 16 à 32 punten beschikbaar, dat continuum- èn lijnstraling bevat. De analyse van zulke metingen is uiteraard tijdrovend, maar ze heeft in 1973 tot een aantal belangrijke resultaten geleid, die tijdens de bijeenkomsten van de Internationale Astronomische Unie in Augustus in Australie sterk de aandacht trokken.

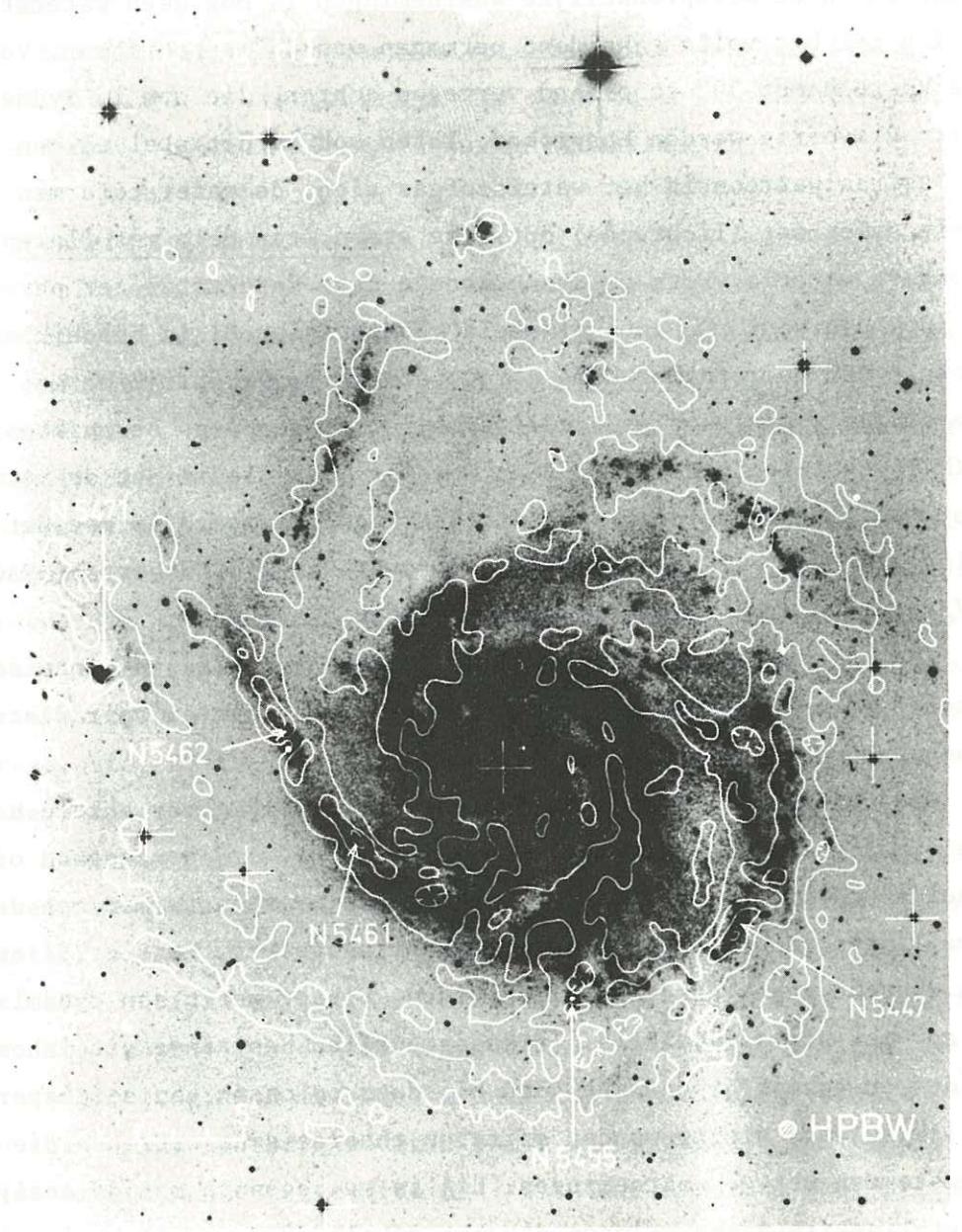
1a. Gewone spiraalstelsels

Eén van de voornaamste onderwerpen van onderzoek is: de ruimtelijke verdeling, het bewegingspatroon en de dynamica van waterstofgas in spiraalstelsels van verschillend type. Allen, Goss en Van Woerden analyseerden de grote Scd-spiraal Messier 101. De neutrale waterstof (HI) in dit stelsel blijkt geconcentreerd in langgerekte gebieden, die nauwkeurig het optische spiraalpatroon volgen (zie Figuur G1). In de centrale delen van het stelsel is de waterstofhoeveelheid gering, terwijl de H I-armen verder naar buiten reiken dan de optische armen, die voornamelijk worden gedefinieerd door geïoniseerde waterstof (H II-gebieden). In de armen komen concentraties voor met afmetingen van 1 x 3 kpc, en waterstofmassa's van de orde van 40 miljoen zonsmassa's; deze concentraties vallen vaak samen met H II-gebieden of associaties. Het scheidend vermogen van SRT bedraagt voor dit stelsel 900 pc; structuren veel kleiner dan 1 kpc zijn dus niet zichtbaar. Deze resultaten werden in Canberra en Sydney bekend gemaakt, en verschenen nog in 1973 in Astronomy en Astrophysics.

Messier 101 is het eerste spiraalstelsel, waarin de relatie tussen de armen van neutraal waterstofgas en die van het optische beeld goed kon worden vastgesteld. Weliswaar werden de grote spiraalnevels in Andromeda (M31) en in Triangulum (M33) reeds eerder onderzocht (met 2' scheidend vermogen) in Cambridge (Engeland); maar het gas in M33 vertoont een erg brokkelige verdeling, zonder duidelijke spiraalstructuur, en in M31 belemmert de oriëntatie van het stelsel (bijna op zijn kant) de waarneming van het gaspatroon te sterk. In ons eigen Melkwegstelsel zijn de waarnemingen van dichtheids- en snelheidsverdeling van het gas met elkaar verweven; de voor H I gevonden spiraalstructuur is daar afhankelijk van wat men onderstelt aangaande de systematische bewegingen van dit gas. Pas in de extragalaktische stelsels kan men de verdelingen van dichtheid en snelheid apart meten.

De bewegingen in Messier 101 vormen nu onderwerp van nadere studie door Allen, Goss en Van Woerden. Ekers leverde daartoe een belangrijke bijdrage, door in Princeton met een door Heiles en Jenkins ontwikkelde techniek kleurnegatieven te maken, waarop de snelheid van de waterstof in kleuren is 'vertaald'; daarmee wordt een overzichtelijke derde dimensie in de kaarten gebracht.

De Sab-spiraal Messier 81 wordt onderzocht door Rots en Allen, in samenwerking met Shane, Oort en Elly Dekker uit Leiden. Tengevolge van



Figuur G1. Neutraal waterstofgas in het spiraalstelsel Messier 101.

De in wit getekende contouren geven de kolomdichtheid van neutraal-waterstofgas, d.i. het aantal atomen in een kolom van 1cm^2 doorsnee; de contourwaarden bedragen 4, 12, 20 en 28 x 10^{20} atomen per cm^2. De schaal van de figuur is linksonder gegeven; 1' = 2100 parsec = 7000 lichtjaren. Het scheidend vermogen van de synthese telescoop (HPBW) komt overeen met 900 parsec, of 3000 lichtjaren.

Het waterstofgas is geconcentreerd in langgerekte structuren; deze corresponderen in het algemeen nauwkeurig met de spiraalarmen op de optische foto. In het centrumgebied echter is weinig waterstof te zien. De waterstofarmen zijn 1 à 2 kpc breed, soms nog smaller, en liggen ongeveer 5 kpc van elkaar. De verdeling is niet symmetrisch ten opzichte van het centrum.

Kruisen geven de posities van het centrum van het stelsel en van een aantal sterren aan. De objecten N 5447, 5455, 5461, 5462, 5471 zijn grote H II-gebieden of associaties; enkele daarvan vallen samen met grote concentraties van waterstofgas, met massa's van 40 miljoen zonsmassa's.

mankementen in de oorspronkelijke waarnemingen is nog geen waterstofverdeling met het volle scheidend vermogen van 25" beschikbaar. Voorlopige kaarten met 50" scheidend vermogen echter, die ook in Sydney en Canberra uitvoerig werden besproken, laten ook in dit stelsel een duidelijk spiraalpatroon in het waterstofgas zien; de waterstofarmen vallen ten dele samen met (lichtende) optische armen, ten dele met 'lanen' van donkere materie. Rots en Shane zonden deze resultaten ter perse.

Ook een voorlopig snelheidsveld voor Messier 81 is beschikbaar, en hieruit kon de rotatiekromme worden afgeleid. Vergelijking met andere stelsels waarvoor gedetailleerde rotatiegegevens beschikbaar zijn (Melkwegstelsel, Messier 31 en Messier 101), leert dat de vorm van de rotatiekromme in deze stelsels sterk gecorreleerd is met het morfologisch type; een kort artikel hierover van M.S. Roberts (NRAO, in 1972 gast te Groningen) en Rots verscheen in druk.

Een systematisch onderzoek naar de verbanden tussen dynamische eigenschappen en morfologisch type voor een groot aantal spiraalstelsels werd begonnen door Bosma en Van der Hulst.

Gedetailleerde dynamische analyse is mogelijk voor enkele nabije stelsels met grote hoekafmeting. Daarin kan b.v. worden nagegaan of de dichtheids- en snelheidsverdeling van het gas overeenstemmen met de voorspellingen van de theorie der verdichtingsgolven. Messier 81 en 101 bieden daartoe zeker goede mogelijkheiden. Visser werkt aan dynamische modellen voor spiraalstelsels. In massamodellen bestaande uit inhomogene sferoïden en schijfcomponenten vond hij door oplossen van de dispersievergelijking voor dichtgewonden spiralen theoretische patronen die goed overeenstemmen met de waarnemingen. Hij is nu begonnen met de analyse van niet-lineaire gasbewegingen die het gevolg zijn van een spiraalvormige potentiaalverstoring.

Het door Sancisi en Allen bestudeerde spiraalstelsel NGC 891 zien we vrijwel precies op zijn kant. De verdeling van H I-gas in het vlak van dit stelsel kan dus in slechts één dimensie, de radiële, worden bepaald; het H I-gas strekt zich - voorzover met de huidige gevoeligheid valt vast te stellen - even ver uit als het licht. Maar als tweede dimensie is hier de verdeling van het gas loodrecht op het symmetrievlak waarneembaar. De waargenomen verdeling blijkt niet belangrijk breder dan het gesynthetiseerde antennepatroon; de laagdikte van het waterstofgas moet derhalve minder dan 20 boogseconden, dat is 600 parsec, bedragen en een eventueel aanwezige waterstofhalo moet zwakker

zijn dan 1 K.

Sancisi bepaalde tevens de rotatiekromme voor dit stelsel; deze blijkt in de buitengebieden zeer vlak te lopen: de rotatiesnelheid daalt hooguit 20 km/s beneden de maximale.

1b. Bijzondere spiraalstelsels

Sullivan, Van der Hulst en Bosma hebben de analyse van de waterstof-waarnemingen van NGC 4736, een Sab-spiraal met een fraaie buitenste ring, voortgezet. De continuum-kaart vertoont, behalve de 3 bronnen die al eerder werden gemeld door Van der Kruit, ook nog een schijfcomponent, die ongeveer samenvalt met de optische schijf. De waterstofverdeling op de 25"-kaart laat in het centrale gedeelte een ringstructuur zien, die ruwweg samenvalt met de sterke Hα-emissie gebieden, die mogelijk ook de oostelijke en westelijke continuumbronnen (althans gedeeltelijk)kunnen verklaren. De buitenste ring bevat ook neutraal waterstofgas (H I); dit is goed te zien op een kaart met 50" resolutie. Er is aan de westelijke kant van het stelsel een brug naar deze ring, zowel optisch als in H I.

Het snelheidsveld, zo goed mogelijk gecorrigeerd voor bundeleffecten, vertoont het beeld van een differentieel roterend stelsel. Een rotatiekromme werd hieruit bepaald, tezamen met de inclinatie, positiehoek hoofdas en systeemsnelheid. De buitenste ring heeft mogelijk een andere knopen-lijn dan de binnendelen van het stelsel. De analyse is nog in volle gang; een methode om optische en radiogegevens te combineren tot een hanteerbare rotatiekromme is ontwikkeld met behulp van 'spline-smoothing-en-curve-fitting'. Dit is van belang voor het maken van massamodellen en eventueel berekenen van een spiraalpatroon. De aard van de buitenste ring is vooralsnog niet geheel duidelijk.

Ekers en J. Lequeux (Meudon) deden waarnemingen van het Sevfertstelsel NGC 4151, een spiraalstelsel met recente explosieve activiteit in de kern. Er waren aanwijzingen dat de zachte Röntgenstraling uit de kern van dit stelsel sterke absorptie ondergaat in om de kern liggende gebieden. Een poging, de daarvoor wellicht verantwoordelijke neutrale waterstof aan te tonen, mislukte: in de radio-continuumstraling van de kernbron werd geen merkbare absorptie bij 21 cm gevonden. Ekers en Lequeux onderzoeken nu ook de emissie door H I in de schijf van dit stelsel.

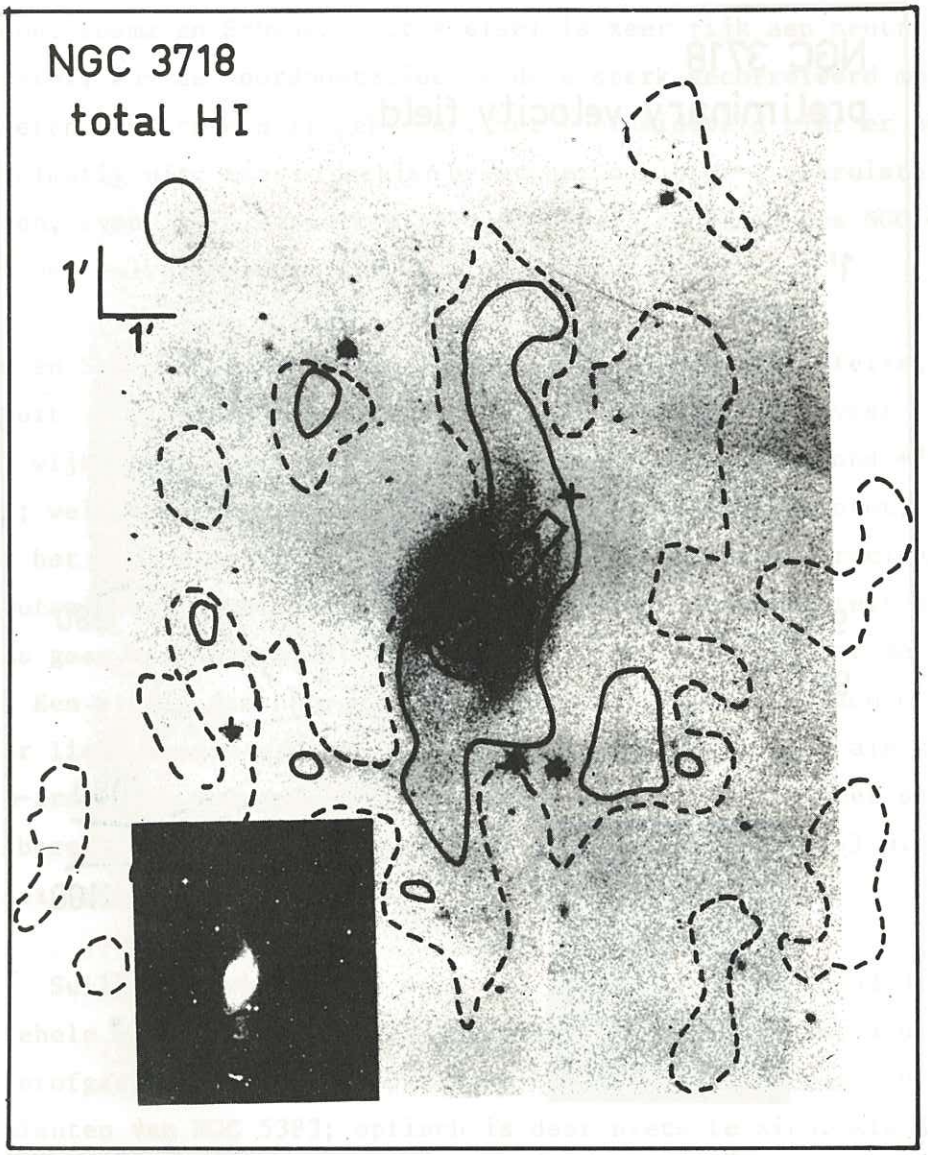
De balkspiraal NGC 5383 (type SBb) werd waargenomen door Sancisi, Sullivan en Allen. Dit stelsel heeft een snelheid van +2250 km/s, staat op een afstand van wellicht 45 Mpc en heeft een hoekafmeting van slechts 3 à 4 boogminuten; de balk is 100 boogseconden lang. De straling is dan ook zwak en de analyse moeilijk. De neutrale waterstof blijkt zich hoofdzakelijk te bevinden in de buitendelen; het gas daar verkeert in normale, differentiële rotatie en er moet zich veel materie in deze gebieden bevinden. In de balk en kern bevindt zich enige, maar niet veel waterstof; voorzover na te gaan, heeft het snelheidsveld daar een andere symmetrie dan in de buitendelen. Aan de dynamische analyse neemt T.S. van Albada deel; hij ontwikkelde een model dat het gevonden snelheidsveld goed weergeeft. De resultaten trokken in Australië veel belangstelling; maar gezien de ongunstige signaal/ruis-verhouding is een tweede reeks waarnemingen nodig (opnieuw 16 x 12 uur!) om een betrouwbare publicatie mogelijk te maken.

Schwarz en Van Woerden bestudeerden het stelsel NGC 3718, dat volgens Sandage buiten de normale classificatie valt. Men kan het beschrijven als een SBb-balkspiraal, waarbij een donkere stof-laan de plaats van de balk inneemt. De buitendelen van het stelsel zijn, volgens opnamen van Arp (Hale Observatories), sterk gestoord. Eén enkele 12-uurswaarneming van dit stelsel, met 50" scheidend vermogen, gaf al verrassende resultaten (Figuur G2). Het bevat veel waterstofgas in de binnendelen, met een sterke concentratie in het centrum, een smalle strook waterstof langs de stoflaan, en verspreid gas in de spiraalarmen. Het snelheidsveld (Figuur G3) vertoont twee gekruiste symmetrie-assen: één langs de stofbalk en één langs de grote as van het spiraalpatroon. De snelheidsgradiënt langs de stofbalk suggereert dat de binnendelen als een vast lichaam roteren. Onvolledige metingen met 25" resolutie bevestigen deze voorlopige resultaten. In 1974 zal het stelsel volledig worden bestudeerd.

Schwarz onderzoekt tevens een aantal 'vroegtype' spiralen (S0-Sa). Voor deze stelsels is geen volledige synthese beschikbaar; bovendien is de straling zeer zwak, en in sommige gevallen de snelheid niet goed bekend. De analyse heeft dan ook nog geen bruikbare resultaten opgeleverd.

1c Andere objecten

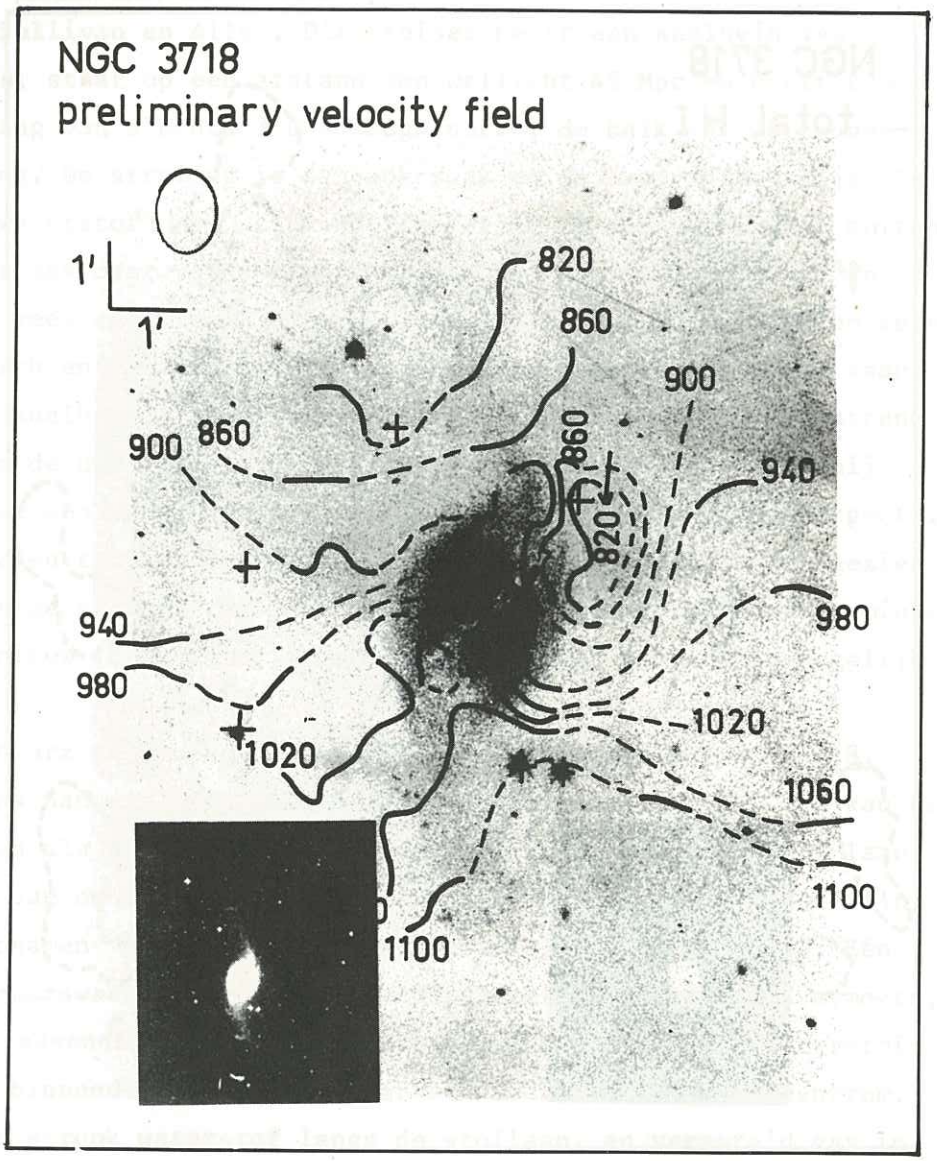
Het onregelmatige stelsel NGC 4449, dat fotografisch veel



Figuren G2 en G3. Neutraal waterstofgas in NGC 3718.

In het bijzondere spiraalstelsel NGC 3718 vertoont zich een smalle, uitwaaierende "balk" van absorberende materie, dwars over de kern van het stelsel (op het negatief steekt deze balk licht af tegen een zwarte achtergrond).

Het waterstofgas (figuur G2, "total H I") vertoont een sterke concentratie in de kern, een langwerpige verdeling langs de stofbalk, met uitlopers die de zwakke spiraalarmen in de buitendelen van het stelsel volgen. De gestreepte contour vertegenwoordigt 3 x 10^{20} atomen per cm^2; de getrokken contouren geven kolomdichtheden van 6, 12, 18, 24, 30 x 10^{20} atomen per cm^2. Het scheidend vermogen van de telescoop is weergegeven door het ellipsje in de linkerbovenhoek.



Figuur G3 illustreert de bewegingen in het stelsel. De zuidelijke helft (onderaan de figuur) beweegt sneller dan de noordelijke; de buitendelen roteren blijkbaar om het centrum, dat zich met 960 km/sec van ons verwijdert. De waterstof in de stofbalk volgt een ander patroon van bewegingen: de snelheid verloopt steil van +820 km/s aan het noordwestelijke uiteinde tot +1060 km/s in het zuidoosten; de balk roteert kennelijk als een vast lichaam.

lijkt op de Grote Magellaanse Wolk, wordt onderzocht door Van Woerden, Bosma en Schwarz. Dit stelsel is zeer rijk aan neutrale waterstof; aan de Noordoostzijde is deze sterk gecorreleerd met een keten van grote H II-gebieden. Het snelheidsveld ziet er erg onregelmatig uit, maar misschien bevat het ook hier 2 gekruiste gradiënten, evenals in de balkspiralen NGC 5383 en 3718; ook NGC 4449 heeft een balkstructuur.

Allen en Sullivan bestudeerden de H I in NGC 7320. Dit stelsel maakt deel uit van Stephan's Quintet, maar zijn snelheid (ongeveer +1000 km/s) wijkt sterk af van die van de andere 4 stelsels (rond +7000 km/s); wellicht behoort het dus fysisch niet bij het Quintet, maar staat het veel dichterbij. De dichtheids- en snelheidsverdeling van de neutrale waterstof in NGC7320 vertonen geen abnormaliteiten; er is dus geen aanwijzing dat 7320 dynamisch gestoord is door de andere vier. Een studie van het gas in de rest van het Quintet zou hierop verder licht kunnen werpen; deze wordt in 1974 mogelijk, als nieuwe 21 cm-frontends die tot 1375 MHz kunnen worden verstemd het snelheidsbereik van de ontvanger (nu van -1000 tot +3000 km/s) uitbreiden tot voorbij +9000 km/s.

Sullivan zocht in een veld van 1^{o} x 1^{o} rondom NGC 5383, over het gehele waargenomen snelheidsbereik van 600 km/s, naar neutraal waterstofgas. Hij vond één mogelijke concentratie van gas, op 30 boogminuten van NGC 5383; optisch is daar niets te zien. Als deze concentratie reëel is, vertegenwoordigt ze 2 x 10^{9} zonsmassa's aan waterstof in een onzichtbaar object - een geheel nieuw verschijnsel. Maar bevestiging is nodig: misschien speelde de ruis hem parten?

2. Neutraal waterstofgas in ons Melkwegstelsel

2a. Onderzoekingen met de Synthese-telescoop

De 80-kanalen-ontvanger in Westerbork werd ook gebruikt voor onderzoekingen van interstellair gas binnen ons eigen sterrenstelsel. Goss, Schwarz en Wesselius bepaalden de afstand van de radiobronnen 3C 10 (Tycho's Supernova(1572) en 3C 58 door meting van de absorptie van hun continuumstraling door neutraal waterstofgas; dit werk verscheen in druk. De afstand van 3C 10 bedraagt 6 kpc; 3C 58 staat aan de rand van het Melkwegstelsel of is wellicht extragalak-

tisch.

Schwarz en Wesselius bestudeerden de gedetailleerde verdeling van de absorptie over deze beide uitgebreide bronnen, met een scheidend vermogen van 25"; helaas is de voorhanden informatie beperkt tot 8 kanalen van 27 km/s halfwaardebreedte, op onderlinge afstanden van 40 km/s. Zowel bij 0 als bij 40 km/s heeft de absorberende waterstof structuren met typische afmetingen van enkele boogminuten. Een ontwerp van een artikel is klaar. Ook de emissie in de omgeving van de bronnen vertoont aanwijzingen voor structuren kleiner dan 10 boogminuten.

In samenwerking met A.N.M. Hulsbosch (Max Planck Institut, Bonn) bestudeerden Schwarz, Sullivan en Van Woerden een hoge-snelheidswolk met $V_{\odot}$ - 210 km/s bij $l = 132^{o}$, $b = +23^{o}$. Eerdere waarnemingen door Hulsbosch en Verschuur te Dwingeloo en Green Bank hadden laten zien, dat deze zich over verscheidene graden uitstrekkende wolk op de genoemde plaats een sterke concentratie vertoont, met geringe inwendige beweging. Uit de metingen te Westerbork, uitgesmeerd tot een scheidend vermogen van 4 boogminuten, blijkt dat deze concentratie een langgerekte vorm heeft, praktisch evenwijdig aan de Melkwegequator, en met afmetingen van 9 bij 30 boogminuten. Het filament heeft een massa van $30\ r^{2}$ zonsmassa's (waarbij r de afstand in kpc is), dat is 6% van de totale massa van de wolk; het bevat drie condensaties, met in de grootste een dichtheid van $50\ r^{-1}$ atomen per cm^{3}. Uit waarnemingen in Effelsberg blijkt dat de profielbreedte 5km/s bedraagt. Meting met het volle scheidend vermogen in hoekmaat èn in snelheid zal in Westerbork pas in 1975 mogelijk zijn; dit bijzondere object zal dan waarschijnlijk helderheidstemperaturen tot 50 K blijken te hebben. De gevonden dichtheid, snelheidsspreiding en helderheid zijn zeer ongewoon voor een object met zo hoge snelheid.

In hetzelfde veld onderzoekt Schwarz ook de detailstructuur van waterstofgas met lage snelheden.

2b. Onderzoekingen te Dwingeloo en elders

De op Tolbert's grote survey gebaseerde studies van neutrale waterstof met lage en middelbare snelheden ($|V| < 100$ km/s) op hoge galaktische breedten kwamen tot een afsluiting. (Dit werk werd uitvoerig besproken in het Jaarverslag over 1971) I. Fejes en P.R. Wesselius publiceerden een drietal artikelen in Astronomy and Astrophysics en verkregen hun doctorsgraad te resp. Budapest (1973) en Groningen (1972).

Schwarz vervolgde zijn studies van de wolkstructuur in Camelopardalis. Van Woerden besprak tijdens het IAU-Symposium in Maroochydore de daaruit volgende resultaten: wolkvormen, dichtheden, afmetingen en inwendige bewegingen.

In hetzelfde symposium besprak Sancisi de door hem gevonden schillen van waterstofgas en stof in de associaties Per OB2 en Sco OB2, die waarschijnlijk als de geboortegrond van de jonge sterren in deze associaties mogen worden beschouwd. Fotografie met interferentiefilters te Marseille heeft het bestaan van een Hα-ring in de Scorpius-associatie aangetoond, die met de genoemde waterstofschil moet samenhangen. Sancisi en Goss vervolgden dit werk door waarneming van de 18 cm-lijnen van OH-moleculen in de donkere wolk in Perseus OB2; er blijkt in deze wolk een nauwe correlatie te bestaan tussen OH en visuele extinctie.

Van Woerden en Visser schreven een complete samenvatting van literatuur over neutraal waterstofgas en aanverwante problemen, over de jaren 1970-72, ten behoeve van Commissie 34 van de Internationale Astronomische Unie. Van Woerden verzorgde te Sydney een overzichtsvoordracht over wolken met hoge snelheden en gas op hoge galaktische breedten, voor dezelfde IAU-Commissie.

3. Interstellaire moleculen

Goss werkte samen met A. Winnberg (Max Planck Institut für Radioastronomie, Bonn), N-Q-Rieu (Observatoire de Meudon) en B. Höglund, L.E.B. Johansson, C. Andersson en J. Elldér (Chalmers Teknika Högskola, Göteborg) in een onderzoek van de OH-lijnen bij 18 cm golflengte. Zij maakten gebruik van de 25 meter-spiegel te Onsala (Zweden), die een 18-cm-maser-ontvanger heeft met een systeemtemperatuur van 20 à 30 K. De groep voerde een survey uit van de spectrumlijn bij 1612 MHz, in een gordel langs de Melkwegequator tussen $\ell = 18^{o}$ en 51^{o}; de gordel reikt in 't algemeen van $b = -1^{o}$ tot $+1^{o}$, maar plaatselijk is ze breder. Meer dan 60 nieuwe bronnen van 1612 MHz-lijnstraling werden ontdekt; de meeste zijn van type II b en zijn waarschijnlijk met infrarode sterren geassocieerd. Deze bronnen worden aan nadere studie onderworpen met de grote radiotelescoop te Nançay.

Dezelfde groep onderzoekers publiceerde waarnemingen van uitgestrekte gebieden die de OH-lijn bij 1720 MHz uitstralen.

In samenwerking met de Zweden mat Goss tevens de OH-lijnstraling van donkere wolken in Orion en in Perseus. Bij het Perseus-project is Sancisi betrokken - zie §2b.

Sullivan maakte, geassisteerd door J.H. Kerstholt, een studie van de variaties van OH-profielen als functie van de tijd. Hij verwerkte daarin metingen van 13 bronnen (zowel H II-gebieden als infrarode sterren), in drie afzonderlijke waarnemingsperioden in 1970-71 met de 43-meter telescoop van NRAO te Green Bank uitgevoerd, en alle eerder gepubliceerde profielen voor alle vier 18 cm-lijnen. Op een tijdschaal van 5 jaar blijken alle OH-bronnen profielvariaties te vertonen. Van de 145 bestudeerde profielcomponenten zijn er 22% zeker en nog eens 12% waarschijnlijk variabel . Van de 32 profielen bevatten er zeker 47% (en nog eens 28% waarschijnlijk) minstens één variabele component. Sullivan hoopt uit de details van deze variaties conclusies over de OH-masers te kunnen trekken; een artikel is in voorbereiding.

Sullivan publiceerde zijn uitvoerige studie van de door interstellaire waterdamp in galaktische bronnen uitgezonden straling bij 1.3 cm golflengte, waarop hij aan de Universiteit van Maryland was gepromoveerd; de waarnemingen hiervoor waren gedaan met de 25 meterspiegel van het Naval Research Laboratory te Maryland Point.

4. Recombinatielijnstraling van H II-gebieden

In gebieden waar waterstof overwegend geioniseerd is, kunnen electronen door protonen (of andere ionen) worden ingevangen op niveaux met hoog quantumgetal n. De lijnstraling, uitgezonden bij overgangen van zulke hoge niveaux naar lagere, wordt recombinatielijnstraling genoemd. Vele recombinatielijnen liggen in het radiospectrum: de lijn H 166α bijvoorbeeld (d.w.z. de overgang 167→166 in waterstof) bij 1425 MHz, de lijn H 109α bij 5009 MHz. Waarneming van zulke lijnen, en hun verhouding tot de continuumstraling uit hetzelfde H II-gebied, levert niet alleen electronendichtheid en temperatuur, maar ook de bewegingen in het geïoniseerde gas. Zulke studies zijn op grote schaal gedaan, vooral in Amerika en Astralië, maar tot nu toe niet met Synthese-telescopen.

Sullivan en D. Downes (MPI, Bonn) gebruikten de SRT te Westerbork, met de voor de neutrale-waterstoflijn (1420 MHz) ontworpen 80-kanalenontvanger, om in het H II-gebied W3 de H 166α-lijn waar te nemen met

een scheidend vermogen van een halve boogminuut. In de continuumstraling van dit gebied vonden zij 10 bronnen met afmetingen uiteenlopend van <20" tot 100". Ter plaatse van de sterkste van deze bronnen, W3A, maten ze een recombinatielijn van 19 ± 5K, dat is 0.4 ± 0.1% van de continuum-intensiteit. Uit deze meting volgt, dat de eerder met enkelvoudige spiegels in W3 gevonden recombinatielijnstraling voornamelijk afkomstig moet zijn van uitgestrekte, ijle geïoniseerde gebieden (groter dan 5 boogminuten) en niet van compacte bronnen. Deze conclusie is in overeenstemming met de door Brocklehurst en Seaton gegeven theorie van de recombinatielijnstraling. Sullivan en Downes slaagden er niet in, He 166α en C 166α te detecteren. Dit werk verscheen nog in 1973 in druk.

De recombinatielijnen bij 5009 MHz zijn relatief sterker dan die bij 1425 MHz. De 6 cm-ontvanger, die op 4995 MHz werkt met een bandbreedte van 4 MHz, kan echter bezwaarlijk zo ver worden verstemd. Eind november deden Goss, Sullivan en Wellington 2 dagen proefmetingen, met in het verslag van de Laboratoriumgroep beschreven instrumentatie. Zowel in het H II-gebied DR 21 als in W3 vonden zij sterke straling in de H 109α-lijn, afkomstig van compacte bronnen. Uitvoeriger studies zullen zeker de moeite waard zijn, maar een daarvoor geschikte ontvanger komt pas in de winter 1974/75 beschikbaar.

5. Galaktische continuumbronnen

Goss en Matthews onderzochten, tesamen met Habing (Leiden) en Winnberg (Bonn), met OH-masers geassocieerde compacte H II-gebieden. Dit werk, in het Leidse verslag nader besproken, heeft tot twee publicaties geleid.

Schwarz, Goss en Downes (MPI, Bonn) deden gedetailleerde studies bij 6 cm van een aantal galaktische bronnen. In de supernova-resten W28 en W44 vinden ze geen fijnstructuur - een negatief, maar belangrijk resultaat. Van het H II-gebied W12 in Orion, dat vlak bij de equator staat, kan alleen de helderheidsverdeling in rechte klimming worden afgeleid; deze is tamelijk vlak. Ook de supernova-rest 3C 391 staat vlak bij de equator; de gevonden helderheidsverdeling in α stemt goed overeen met de in Bonn verkregen 3 cm-kaart, die een schilstructuur vertoont. Een artikel over deze resultaten is in voorbereiding.

Pottasch, Matthews en Goss begonnen een onderzoek van uitgestrekte H II-gebieden in het continuum bij 50 cm. Zij verkregen waarnemingen

van de Noord-Amerika nevel (NGC 7000) en van NGC 7822, die beide ongeveer 2^{o} groot zijn; het scheidend vermogen (58") is beter dan 1% van de diameter. Downes, die NGC 7822 met de 100 meter-spiegel te Effelsberg heeft waargenomen in het continuum bij 11 cm (resolutie: 4 boogminuten) en in de recombinatielijn H 134α, werkt mee aan dit projekt.

Schwarz, Goss en Downes maakten bij 6 cm een uitvoerige studie van de kernbron in ons Melkwegstelsel, Sgr A. Zij combineerden hun metingen met die van Ekers en Rogstad in Owens Valley. In het Jaarverslag 1974 wordt over dit interessante project uitvoeriger bericht.

Ekers deed een vergeefse poging, radiostraling te meten van de Apster HD 51418; het licht van deze ster is circulair gepolariseerd.

Schwarz, Goss en Weiler vervolgden hun onderzoek naar mogelijke supernova-resten in de omgeving van pulsars. In de omgeving van CP 1919 vonden Goss en Schwarz reeds eerder (1971) een ringvormige, uitgestrekte bron in het continuum bij 21 cm. Beter waarnemingsmateriaal en nadere analyse toonden een tweede ringvormige bron aan, die over de eerste heen valt en weer dicht bij de pulsar ligt. De moeilijkheid blijft, dat ouderdom en afstand van deze ringbronnen - indien ze als supernovaresten worden opgevat - bezwaarlijk te rijmen zijn met die van de pulsar. Is het een toeval, dat deze bronnen aan de hemel vlak bij de pulsar liggen? Een absorptiemeting in de 21-cm lijn zal hierover, hopelijk in 1974, uitsluitsel kunnen geven door een directe afstandsbepaling voor de uitgestrekte bronnen. In 1973 verkregen metingen bij 50 cm zullen het spectrum van deze objecten verschaffen.

Weiler, Goss en Schwarz analyseerden hun metingen in de omgeving van een aantal andere pulsars. De resultaten waren negatief; een artikel is in voorbereiding.

Weiler en Wilson verzamelden metingen bij 6, 21 en 50 cm van de radiobron 3C 58, die veel op de Krabnevel lijkt maar volgens sommigen wellicht extragalaktisch is (vgl. §2a). De metingen zullen een gedetailleerde studie van spectrum, structuur en polarisatie voor dit object mogelijk maken.

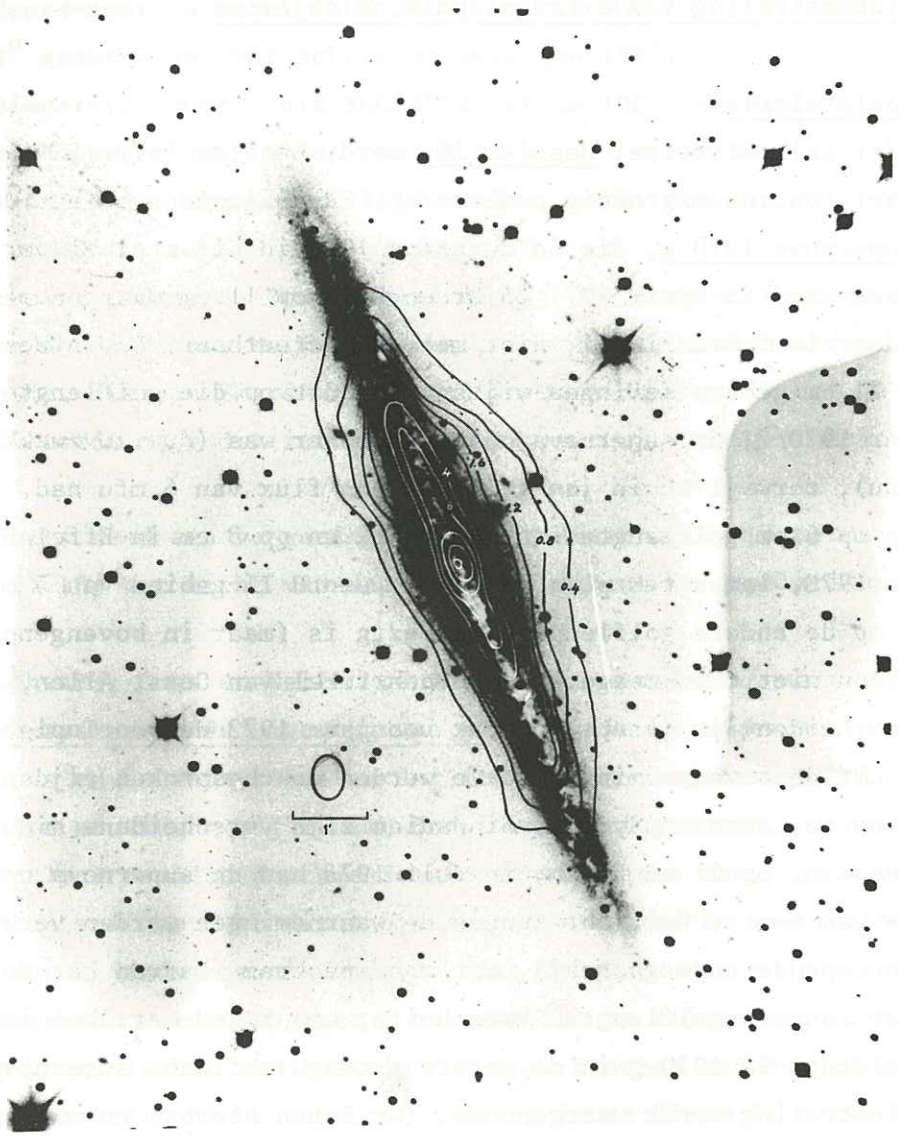
6. Continuumstraling van extragalaktische objecten

6a. Spiraalstelsels

Het spiraalstelsel Messier 101 werd, behalve in de 21-cm-lijn, ook in het continuum grondig onderzocht. Van bijzonder belang daarbij is de supernova 1970 g, die in Augustus 1970 in dit stelsel verscheen. Dit object werd in april 1971 in Green Bank op 11 cm waargenomen en was daar in februari 1972 niet meer detecteerbaar. De in Westerbork op 21 cm gedane metingen wijzen uit, dat op die golflengte in de winter 1970/71 de supernova onwaarneembaar was (d.w.z. zwakker dan 3 mfu), terwijl ze in januari 1972 een flux van 6 mfu had. Waarnemingen op 6 cm golflengte in Westerbork en op 3 cm in Effelsberg, beide in 1973, laten ter plaatse alleen een H II-gebied van 5 mfu zien, dat ook op de andere golflengten aanwezig is (maar in bovengenoemde fluxwaarden niet werd meegeteld). Een artikel van Goss, Allen, Ekers en De Bruyn (Leiden) in Nature besprak voorjaar 1973 de voorlopige conclusies uit deze waarnemingen; deze werden ook besproken tijdens bijeenkomsten te Lecce en Sydney. Sindsdien zijn verscheidene nieuwe metingen gedaan, op 21 en 50 cm; in Juli 1973 had de supernova op 50 cm een flux van 6 mfu. Wellicht kunnen de waarnemingen worden verklaard door een expanderende gasschil, met een spectrum waarvan het maximum snel naar langere golflengten verschuift; een tweede artikel is in voorbereiding. SN 1970 g is de eerste extragalaktische supernova waarvan radiostraling wordt waargenomen. (We laten hierbij enkele objecten in de Magellaanse wolken buiten beschouwing).

Goss, Allen en F.P. Israel (Leiden) combineren metingen bij 6, 21 en 50 cm in een studie van de continuumstraling in M101. Verscheidene grote H II-gebieden zijn op alle 3 golflengten waarneembaar; deze gebieden zijn van bijzonder belang, omdat ze gebruikt worden ter calibratie van de extragalaktische afstandsschaal. Op 21 en 50 cm is ook niet-thermische straling uit de 'schijf' van het stelsel waarneembaar, d.w.z. een vlakke, uitgestrekte verdeling van relativistisch gas aan weerszijden van het equatorvlak.

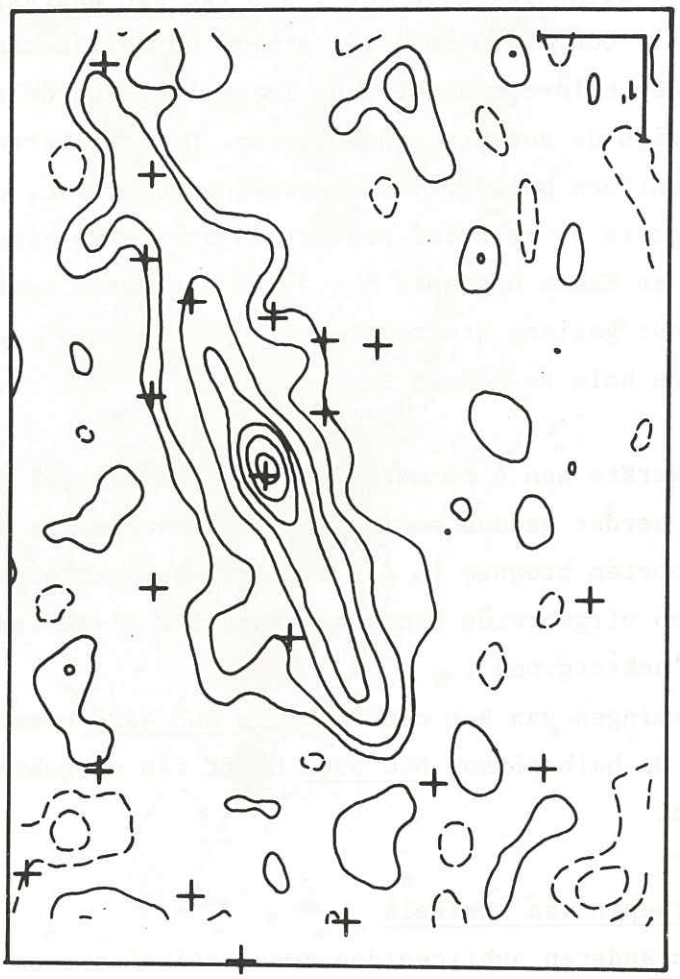
De configuratie van zo'n 'schijf' is alleen goed waarneembaar in stelsels zoals NGC 891, die op hun kant worden waargenomen. Sancisi, Baldwin (Cambridge, gast te Groningen in 1972) en Allen analyseerden Westerbork-metingen van NGC 891 bij 6, 21 en 50 cm plus Cambridge-metingen bij 75 cm. Bij 21 cm is, behalve een dunne schijf, een afgeplatte



Figuren G4 en G5. Continuumstraling van NGC 891.

Het spiraalstelsel NGC 891 zien we "op zijn kant": een kleine bolvormige kern en een platte schijf met daarin een nog dunnere laag van absorberend stof (een witte streep op de foto).

Figuur G4 toont de intensiteit van de continuumstraling bij 21 cm golflengte, afkomstig van zeer snelle electronen in een magneetveld. Deze straling reikt vooral aan de NW-zijde (rechtsboven) tot ver buiten de dunne, platte schijf; ze vormt een afgeplatte "halo".



Figuur G5 toont de continuumstraling bij 6 cm. De waarnemingen werden uitgesmeerd tot hetzelfde scheidend vermogen als bij 21 cm (ongeveer een halve boogminuut). De 6 cm-straling reikt niet ver buiten de schijf. In de schijf is de verdeling asymmetrisch en minder geconcentreerd naar de kern dan bij 21 cm; de buitendelen bevatten bij 6 cm een belangrijke hoeveelheid "thermische" straling van geïoniseerd gas.

De kruisen geven sterposities aan. De schalen van de 2 figuren (linksonder) zijn iets verschillend. De contourwaarden bedragen ongeveer 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6 Kelvin.

halo te zien die zich uitstrekt tot 2 à 3 kpc aan weerszijden van het vlak (Figuur G4). Ook bij 6 cm is de schijf duidelijk waarneembaar (Figuur G5); van een halo-component in de intensiteitsverdeling loodrecht op de equator zijn de auteurs minder zeker. De schijfstraling bevat bij 6 cm wellicht een belangrijke thermische component, die aan de uiteinden van de grote as relatief sterker is dan in de binnendelen.

Sancisi en Ekers begonnen bij 50 cm een serie metingen van een aantal op de kant geziene sterrenstelsels, in de hoop ook daar de intensiteit van de halo te kunnen bepalen.

Rots bewerkte een 6 cm-meting van de Scd-spiraal NGC 6946. Combinatie met de eerder gedane meting bij 21 cm verschaft de spectra van verschillende soorten bronnen in dit stelsel: een puntbron in de kern, omgeven door een uitgebreide bron; een aantal H II-gebieden en een schijfvormige 'achtergrond'.

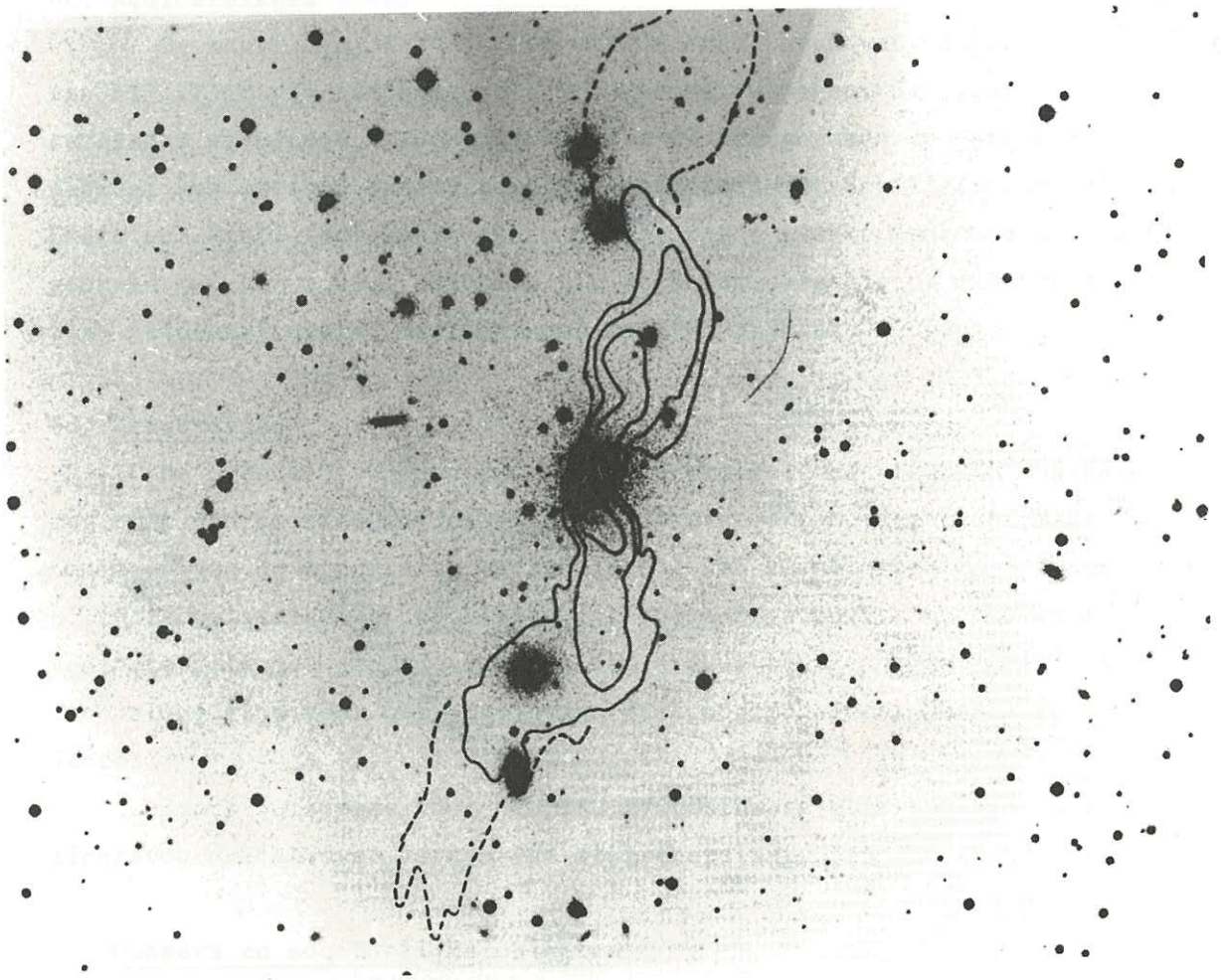
De waarnemingen van het continuum in NGC 4736 kwamen reeds ter sprake in §1b. De balkspiraal NGC 5383 heeft een uitgebreide bron in zijn kerngebied.

6b. Paren en groepen van stelsels

Allen en anderen publiceerden twee artikelen over de radiostraling in paren sterrenstelsels die in kennelijke wisselwerking verkeren. In het gebied van Stephan's Quintet (vgl. Jaarverslag 1972) deed Allen nu metingen bij 6 en bij 50 cm; ook mat hij te Effelsberg bij 2.8 cm de straling van een aantal bronnen in dit gebied.

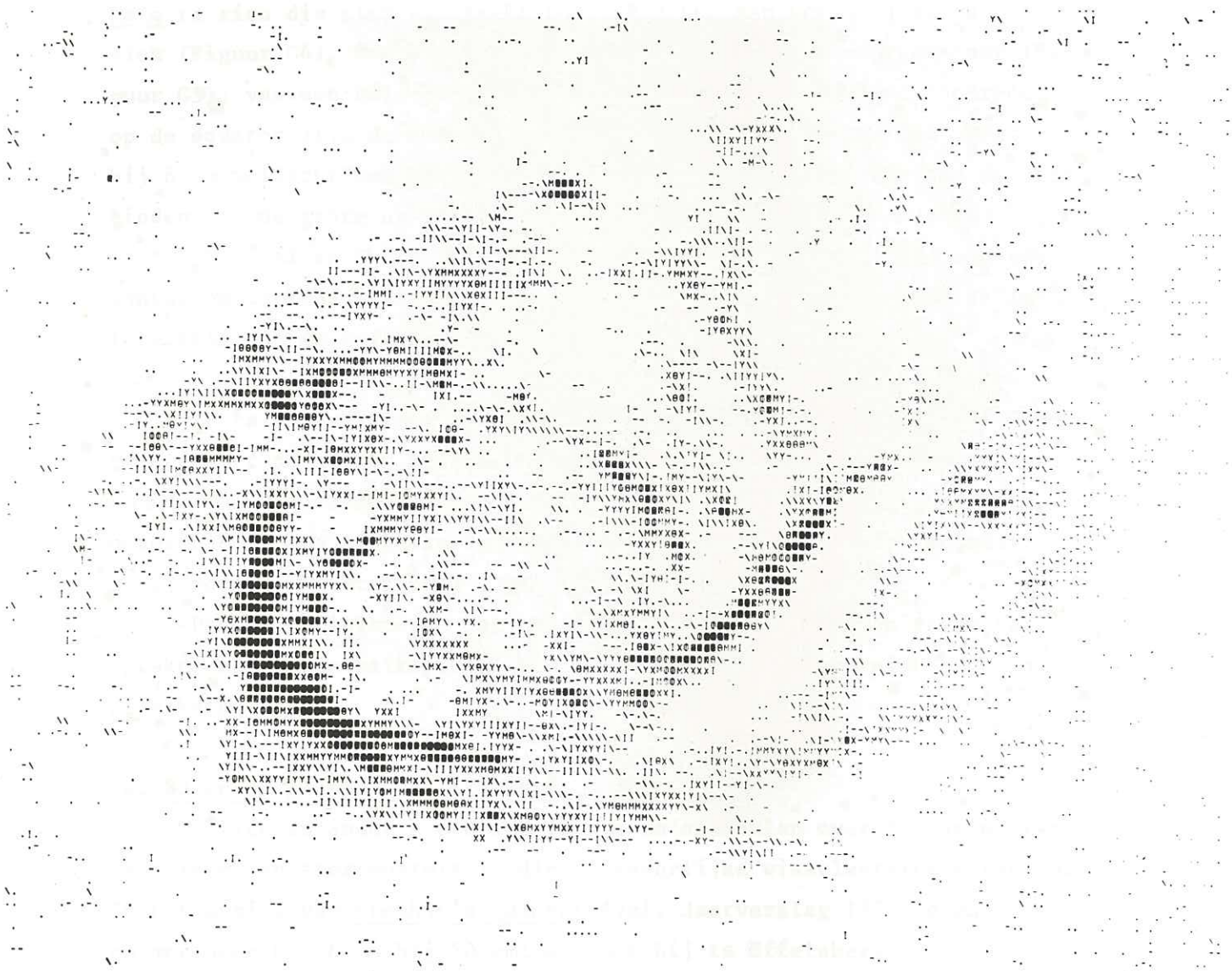
Ekers vervolgde zijn werk aan sterrenstelsels in de Virgo Cluster, met onder meer een complete synthese bij 50 cm van het centrum van deze grote groep. Metingen van het gestoorde paar NGC 4438 bij 21 cm tonen een kernbron en aan één kant een uitgebreide bron. Van vele stelsels in de Virgo Cluster zijn korte metingen beschikbaar; de ingewikkelde bewerking daarvan door J. Pacheco leidde tot een voorlopige bronnencatalogus.

Ekers bepaalde de gedetailleerde structuur van de radiobron 3C 31, die geassocieerd is met een keten van sterrenstelsels (Figuur G6). Dit werk werd voor publicatie opgeschreven.



Figuur G6. De radiobron 3C31.

Contourkaart van de straling bij 21 cm golflengte, afkomstig van de radiobron 3C31, gesuperponeerd op een foto gemaakt met de 200-inch telescoop op Palomar Mountain. De bron blijkt een zeer langgerekte structuur te hebben. De piek van de radio-emissie valt samen met het grote elliptische sterrenstelsel NGC383; dit stelsel staat midden in een keten van (kleinere) elliptische stelsels. Is zo'n keten een fysisch verbonden groepering of zien we die stelsels slechts toevallig bij elkaar aan de hemel? Het antwoord op deze vraag is nog onzeker, maar ligt wellicht opgesloten in de samenhang tussen de langgerekte radiobron en de keten van sterrenstelsels.



Figuur G7. Neutraal waterstofgas in Messier 101.

In deze "Radioprint" wordt de kolomdichtheid van neutrale waterstof weergegeven door een reeks van 16 symbolen en symbolen-combinaties van opklimmende "zwartheid" (. -/ I Y X M etc.).
De figuur werd in ongeveer één minuut geproduceerd op een regeldrukker; de overeenkomstige figuur G1 (zie blz. 37) werd op een plotter geproduceerd en vergde ongeveer een half uur.

6c. Radiostelsels

De kaart van 3C 31 is één van de resultaten van een grote survey bij 21 cm van radiostelsels met gering vermogen. Een tweede interessant resultaat is de voor P2247 + 11 waargenomen kop-staart-verdeling; een artikel daarover wordt voorbereid met Schilizzi van Caltech. Ekers en Fanti (Bologna) hebben de lijst van zwakke radiostelsels uitgebreid met een aantal objecten uit de Bologna-catalogus die optisch zijn geïdentificeerd; waarnemingen daarvan zijn aan de gang.

6d. Kernbronnen

De meeste bovenbeschreven sterrenstelsels bevatten in hun kern een bron van continuum-radiostraling. Ekers verzamelde verder waarnemingen van de spectra en variabiliteit van kernbronnen in een aantal elliptische stelsels. Het blijkt dat zulke bronnen ook voorkomen in radiostelsels met groot vermogen; dit nieuwe resultaat zal wellicht van belang zijn voor ons begrip van deze nog zo slecht verklaarde objecten.

Ekers verzorgde voor het IAU Symposium te Canberra een overzichtsvoordracht over kernen van sterrenstelsels.

6e. Quasars en soortgelijke objecten

Ekers en C. Hazard (Cambridge) begonnen een programma ter bepaling van de structuur in één dimensie voor een representatieve steekproef van ongeveer 100 quasars. De eerste 25 objecten zijn waargenomen; daaronder bevindt zich de belangwekkende dubbele quasar 4C 11.50.

Sullivan deed metingen bij 21 en bij 6 cm van een viertal quasars die elk ogenschijnlijk met een gewoon sterrenstelsel geassocieerd zijn. De helderheidsverdeling in een eventuele uitgebreide bron rondom de quasar zou de samenhang met het sterrenstelsel kunnen aantonen. Sullivan vindt geen reële associaties; een kort artikel is in voorbereiding.

De variabele radiobron VRO 42.22.01 (optisch bekend als de 'veranderlijke ster' BL Lacertae) is wellicht ook een quasar. Het onderzoek van de variaties en polarisatie van deze bron door Van der Hulst, Weiler en Ekers is spoedig gereed voor publicatie. Tussen maart 1971 en september 1972 werden bij 21 cm golflengte 103 goede metingen verkregen. Van der Hulst heeft getracht, de uitbarsting in augustus 1971 te beschrijven met modellen voor een expanderende bron. Weiler vindt betrouwbare, en waarschijnlijk variabele, waarden van de orde van 0.2% voor de

circulaire polarisatie - veel minder dan wat anderen wel eens hadden bericht (1 - 2%).

Op 2 en 8 december 1972 werd BL Lacertae telkens gedurende 3 uur waargenomen bij 6 cm, in het kader van een internationale campagne. De bedoeling was, te zoeken naar kortstondige variaties in de totale intensiteit en de polarisatie. Na correcties voor miswijzing van de telescopen en versterkingsvariaties werd gevonden dat geen intensiteitsvariaties groter dan 2% optraden, noch op tijdschalen van 30 seconden tot 20 minuten, noch op tijdschalen van 30 tot 180 minuten, noch in de 6 dagen tussen beide waarneemperiodes. De lineaire polarisatie van BL Lacertae was in die periode kleiner dan 1%.

7. Tests van de Algemene Relativiteitstheorie

De algemene relativiteitstheorie van Einstein voorspelt, dat elektromagnetische straling in een centraal zwaartekrachtsveld een afbuiging moet ondergaan, die aan de rand van de zon 1.75 boogseconden bedraagt. Andere zwaartekrachtstheorieën geven iets andere uitkomsten; Brans en Dicke komen tot een 6% lagere voorspelling. De afbuiging kan geschikt worden gemeten wanneer een discrete bron van radiostraling door de zon wordt bedekt; dit is jaarlijks het geval met 3C 279.

In oktober 1972 maten Weiler, Ekers, Raimond en Wellington vóór en na deze bedekking enkele dagen lang de positie van 3C 279 ten opzichte van de naburige bron 3C 273. Uit deze metingen leiden zij af, dat de afbuiging aan de rand van de zon 96 $\pm$ 5% bedroeg van de door Einstein voorspelde. De nauwkeurigheid van de uitkomst wordt voornamelijk beperkt door refractie van radiostraling in de corona; deze is onvoldoende bekend en maakte het zelfs onmogelijk, de metingen op de dag van de bedekking te gebruiken. In feite berust de uitkomst dus op metingen van naburige dagen, toen de afbuiging minder dan 0".4 bedroeg, een grootheid die met 0".02 nauwkeurigheid werd gemeten. Deze resultaten van 1972 gingen ter perse en werden op verscheidene internationale bijeenkomsten met belangstelling ontvangen; ze zijn nauwkeuriger dan alle tot dusver uit metingen van licht of radiostraling afgeleide waarden.

In oktober 1973 werden de metingen herhaald, ditmaal tien dagen lang en met ontvangers die reeds vele maanden in bedrijf waren (in 1972 was de relativiteitstest het eerste astronomische programma dat met de

gloednieuwe 6 cm-ontvanger werd uitgevoerd.) Bovendien werd nu op 6 en 21 cm tegelijk waargenomen, teneinde de (golflengte-afhankelijke) refractie in de corona te kunnen elimineren. Deze nieuwe meetreeks is uitstekend geslaagd; de reductie (waarvoor nieuwe software moest worden ontwikkeld) is in volle gang. De verwachting is gerechtvaardigd dat de uitkomsten minstens een factor 2 nauwkeuriger zullen zijn dan vorig jaar.

8. Onderzoek aan buitenlandse radiosterrewachten

In het vorenstaande werd al melding gemaakt van waarnemingen, verkregen op de radiosterrenwachten in Effelsberg (Duitsland), Bologna (Italië), Onsala (Zweden), Maryland Point, Green Bank en Owens Valley (U.S.A.).

Ekers en Mrs. Ekers publiceerden een survey van 6 cm-continuumstraling van elliptische stelsels, uitgevoerd in Owens Valley.

Schwarz besloot zijn analyses van de polarisatieverdeling in 7 Zuidelijke bronnen, gemeten te Parkes (Australië), met 2 artikelen: één reeds verschenen, één in druk.

Waarnemingen met grote enkelvoudige antennes hebben een belangrijke, ja vaak onmisbare functie als aanvulling op waarnemingen met de SRT te Westerbork.

9. Software en instrumenteel werk

De gebruiker van de Synthese-telescoop kan niets beginnen zonder goede software voor de reductie en analyse van de metingen. De Reductiegroep van de Stichting te Leiden zorgt voor correcties, calibraties en Fourier-transformaties; ze levert als eindproduct de helderheidsverdeling aan de hemel, geplot op papier en/of vastgelegd op magneetband. De analyse van deze helderheidsverdelingen ('kaarten') gebeurt met aan de universiteiten ontwikkelde software. De Groningse groep gebruikt daartoe een PDP-9 met diverse perifere apparatuur, waarvoor interactieve software werd geschreven door een team dat vele leden van de groep omvat, alsmede J.R. Luyten van het Rekencentrum. Ekers, Allen en Luyten publiceerden een beschrijving van dit systeem.

In 1973 werd het softwarepakket verder verfijnd en uitgebouwd. J.P. Terlouw van het Kapteynlaboratorium leverde daarbij belangrijke bijdragen. De display-faciliteiten (regeldrukker, plotter en een kleine oscilloscoop) zijn onvoldoende, maar zullen spoedig worden uitgebreid

met een hard-copy unit en een display-terminal met 2 beeldbuizen.

De PDP-9 is langzaam en heeft een klein geheugen.

Voor de grote Cyber 74-16 computer werden nieuwe softwarepakketten ontwikkeld, voornamelijk door Terlouw en Rots. Ekers schreef programma's voor de bewerking van korte metingen; Weiler en Ekers maakten een Groningse versie van MAKEOBS, ten behoeve van de bewerking van de speciale, in §7 beschreven metingen. De software van Ekers en Weiler heeft betrekking op de eerste reductiefase, die normaliter in Leiden plaatsvindt.

Schwarz schreef programmatuur, gericht op de snelle productie van bewaarbare resultaten ('hard-copy' display); de gewone plotters zijn veel te langzaam. Eén van zijn programma's gebruikt de regeldrukker voor het verschaffen van vierdimensionele informatie: in een veld met 2 hemelcoördinaten ℓ, m worden symbolen afgedrukt die de snelheid van waterstof als functie van ℓ en m coderen; en deze symbolen worden vetter gedrukt door herhaald aanslaan, al naar de hoeveelheid waterstof ter plaatse. Een tweede programma, 'Radprint', produceert 16 'grijstinten' op de regeldrukker, ter codering van intensiteiten, door gebruik van leestekens, cijfers en letters met verschillende oppervlakte. Figuur G7 geeft een voorbeeld hiervan.

Schwarz werkte voorts aan een grondige theoretische analyse van de procedure CLEAN, die toelaat metingen te bevrijden van het hinderlijk-ingewikkelde antennepatroon dat optreedt bij onvolledige synthese.

Bosma bestudeerde de maximum-entropie-methode van spectraalanalyse. Hij verricht een kleine studie van de theoretische achtergronden en probeerde de methode, zoals door J.G. Ables geschetst in informal notes, in de praktijk te simuleren. Dit laatste leverde niet het gewenste resultaat op. De methode is tot nog toe beperkt tot één dimensie, voor meer dimensies is de praktische toepasbaarheid vooralsnog nihil door onoverkomelijke moeilijkheden bij het oplossen van het probleem.

Weiler publiceerde een artikel over methoden van polarisatiemeting met de SRT. Tevens maakte hij, tesamen met Van Someren - Greve (Reductiegroep) en Th. Piersma, een gedetailleerde studie van het primaire antennepatroon bij 21 cm; dit werk werd in een intern rapport neergelegd.

Sullivan werkte samen met de Telescoopgroep Westerbork aan de richtingscalibratie ('pointing-correcties') van de twaalf SRT-spiegels; in de loop van 1973 droeg hij dit werk over aan Bregman.

4.1.3 Astronomisch onderzoek op de Utrechtse Sterrewacht naar aanleiding van waarnemingen verkregen met Stichtingsinstrumenten.

Het waarnemingsprogramma is, sinds de overbrenging van de radiospectrograaf van het radio-ontvangstation Nera naar Dwingeloo, op een wat andere leest geschoeid. Terwijl voorheen continu werd waargenomen, in afwachting van onverwachte en plotselinge verschijnselen op de zon, geschiedt dit nu in van te voren overeengekomen perioden. Daarbij worden de waarnemingen constant bewaakt, opdat eventueel optredende radiostoten, indien ze als voldoende belangwekkend beoordeeld worden, onmiddellijk digitaal kunnen worden vastgelegd. Voor een aantal waarnemingen is dit laatste dan ook gebeurd en daarbij werd interessant en nauwkeurig waarnemingsmateriaal verkregen. In het bijzonder belangwekkend was het polarisatiegedrag van een type III uitbarsting die op 10 maart 1973 werd geregistreerd. Uit de details hiervan kon de magnetische veldsterkte in het brongebied worden bepaald.

Aan de nauwkeurige intensiteitscalibratie werd veel aandacht besteed. De kunst is hierbij om de veelal hoge fluxwaarden van de uitbarstingen op de zon aan te sluiten op de veel zwakkere (maar bekende) fluxwaarden van de helderste radiobronnen. Op dit punt werden bevredigende resultaten bereikt.

Een ongunstig verschilpunt met vroeger is, dat de waarnemingen te Dwingeloo beperkt moeten blijven tot frequenties boven ca. 200 MHz; op lagere frequenties maakt het stoorniveau het observeren vrijwel onmogelijk (aanvankelijk overdekte de radiospectrograaf de frequentieband 160 - 320 MHz.).

Het theoretisch-interpretatieve werk, waarover in het verslag van 1972 gewag werd gemaakt, werd verder uitgebouwd en bleef duidelijk geïnspireerd op de intrigerende verschijnselen die in de afgelopen jaren met de 60-kanalen spectrograaf zijn waargenomen. De interpretatie vereist het gebruikmaken van plasmafysische concepties en methoden, in het bijzonder die uit de theorie van de zgn. "weak turbulence". Enige aanknopingspunten in die theorie werden gevonden die met vrucht lijken te kunnen worden toegepast.

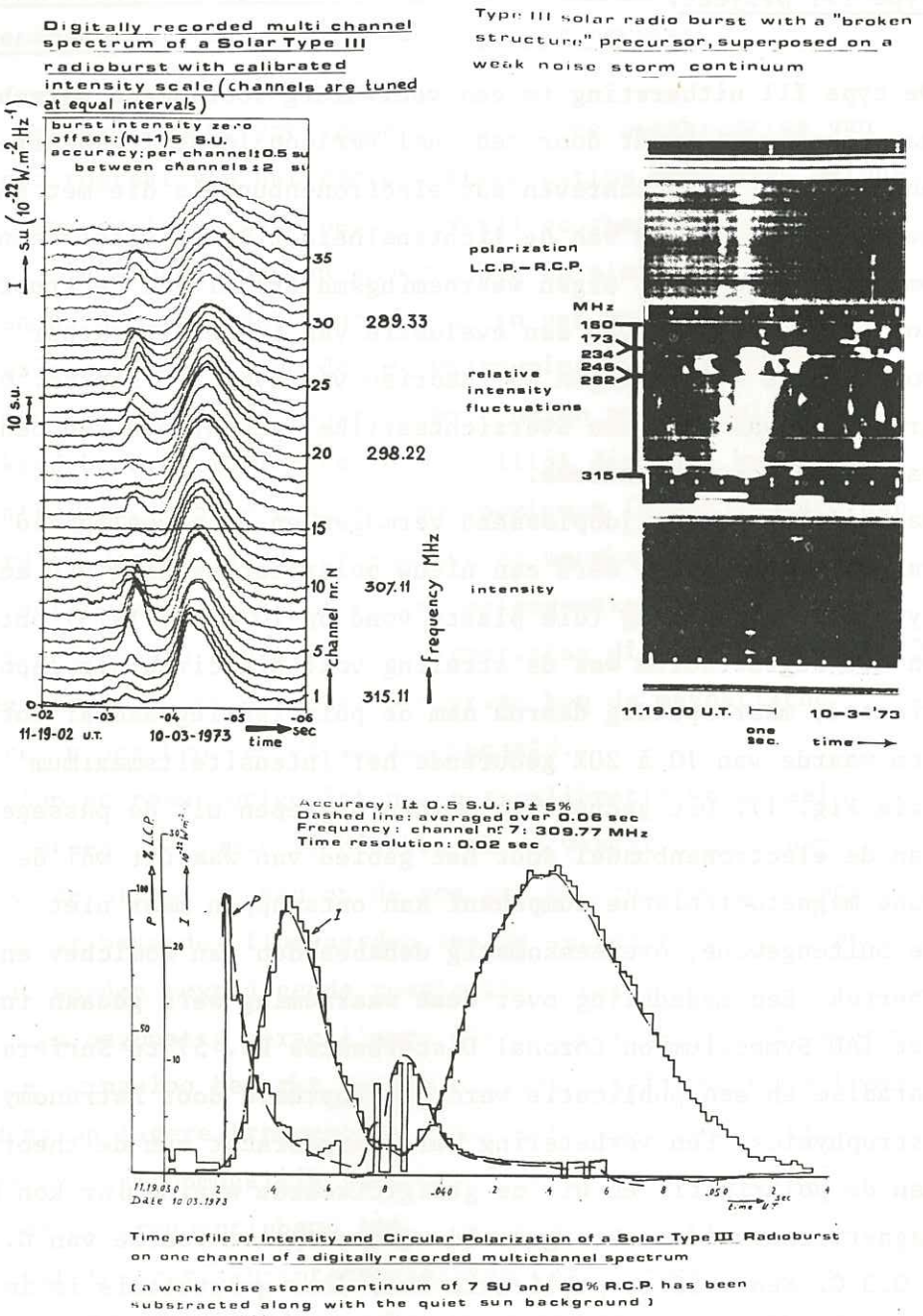
Het wetenschappelijk werk concentreerde zich in hoofdzaak op de volgende onderdelen.

1. Type III project.

a. De type III uitbarsting is een veelvuldig voorkomend verschijnsel dat gekenmerkt wordt door een snel verloop in de frequentie en dat wordt toegeschreven aan electronenbundels die met snelheden van 1/3 à 1/2 van de lichtsnelheid uit activiteitscentra omhoogschieten. Het eigen waarnemingsmateriaal gaf de stoot tot het verrichten van een evaluatie van in de literatuur voorkomende waarnemingen en theoriën van type III stoten. Op grond hiervan werd een overzichtsartikel geschreven ten behoeve van Space Science Reviews.

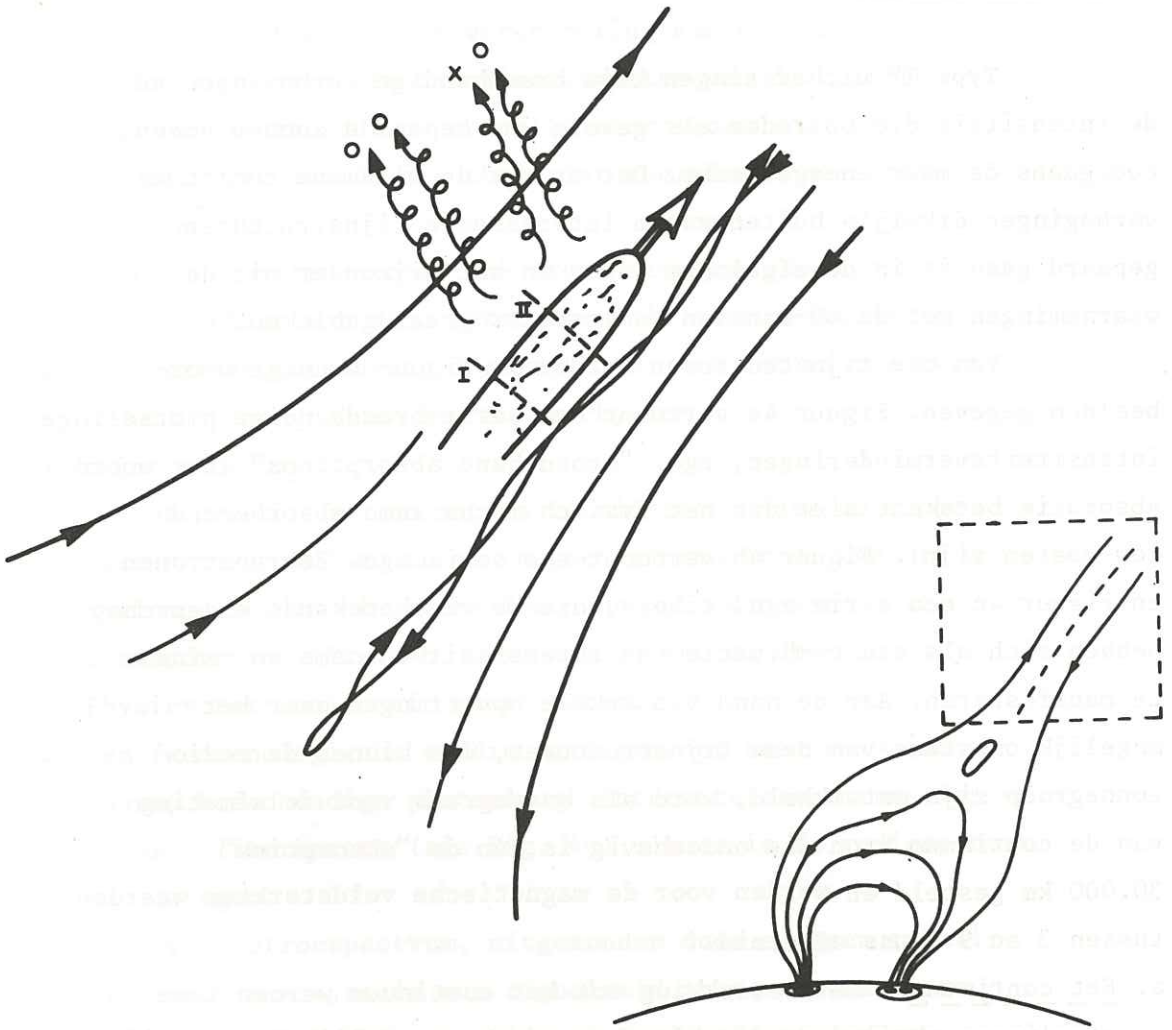
b. Dankzij het hoge tijdoplossend vermogen en de gevoeligheid van de spectrograaf werd een nieuw polarisatiegedrag van een type III uitbarsting (die plaats vond op 10 maart 1973) ontdekt: in het beginstadium was de straling volledig circulair gepolariseerd, maar spoedig daarna nam de polarisatiegraad af tot een waarde van 10 à 20% gedurende het intensiteitsmaximum (zie Fig. 1). Dit gedrag kan worden begrepen uit de passage van de electronenbundel door het gebied van waaruit wèl de gewone magneto-ionische component kan ontsnappen maar niet de buitengewone, overeenkomstig denkbeelden van Fomichev en Chertok. Een mededeling over deze waarneming werd gedaan in het IAU Symposium on Coronal Disturbances No. 57 te Surfers' Paradise en een publicatie werd geaccepteerd door Astronomy and Astrophysics. Een verbetering werd aangebracht aan de theorie van de polarisatie en uit de gedigitiseerde waarneming kon de magnetische veldsterkte gesteld worden op een waarde van 0.1 à 0.3 G. Een verdere publicatie over deze gebeurtenis is in voorbereiding.

c. De electronenstroom die aanleiding geeft tot type III uitbarstingen wordt verondersteld zich door een "neutrale" laag, waar de magnetische veldsterkte relatief zeer gering is, naar buiten te bewegen (zie Fig. 2). Die laag bevindt zich in het midden van een dichtheidsconcentratie die als "streamer" bekend staat.
De structuur van streamers werd theoretisch onderzocht, mede in verband met het generatiemechanisme van type III uitbarstingen. Daarbij spelen vooral de eigenschappen van de neutrale laag en de grootte van het geleidingsvermogen (zowel tengevolge van botsingen als van microturbulentie) een belangrijke rol.



Figuur 1. Registratie van een type III uitbarsting.

links boven : gedigitiseerde registratie van de totale straling.
rechts boven : registratie op film.
onder : tijdsprofiel van de intensiteit en van de polarisatie op één der kanalen.



Figuur 2. Schets van de opwekking van een type III uitbarsting.

Een bundel snelle electronen ($v \simeq 0.3$ c) beweegt door het centrale gebied van een streamer, in de omgeving van een neutrale laag. De richting van het magneetveld ter weerszijden is aangegeven met pijltjes. Door de deeltjesbundel worden Langmuirgolven opgewekt in een frequentieband aansluitend aan de plaatselijke plasmafrequentie. Een deel daarvan wordt omgezet in electromagnetische straling (van dezelfde frequentie) die op aarde wordt waargenomen. Straling van een bepaalde frequentie kan in de ordinaire modus (o) ontsnappen vanaf niveau I, terwijl deze in de extraordinaire modus (x) pas vanaf niveau II ontsnapt. Op grond hiervan kon uit digitale metingen van de intensiteit en van de polarisatie van een uitbarsting (zie Fig. 1) de magnetische veldsterkte in het brongebied worden bepaald (uitkomst: ca. 0.1 G).

2. Type IV project.

Type IV uitbarstingen zijn breedbandige verhogingen van de intensiteit die optreden als gevolg van bepaalde zonnevlammen, doorgaans de meer energetische. Dat er met de algemene continuum verhogingen dikwijls buitengewoon interessante fijnstructuren gepaard gaan is in de afgelopen jaren in het bijzonder uit de waarnemingen met de 60-kanalen radiospectrograaf gebleken.

Van die fijnstructuren worden in Figuur 4 enige voorbeelden gegeven. Figuur 4a vertoont een serie breedbandige plotselinge intensiteitsverminderingen, zgn. "broad band absorptions" (het woord absorptie betekent niet dat het fysisch mechanisme absorberend zou moeten zijn). Figuur 4b vertoont een serie zgn. Zebrapatronen en Figuur 4c een serie zgn. fibers, die de veelbetekende eigenschap hebben zich als een combinatie van intensiteitstoename en -afname te manifesteren. Aan de hand van enkele opvattingen over het mogelijk ontstaan van deze fijnstructuren, die binnen de radio zonnegroep zijn ontwikkeld, werd als bovengrens voor de afmeting van de continuum bron die onderhevig is aan de "absorpties" 30.000 km gesteld en werden voor de magnetische veldsterkten waarden tussen 3 en 9 Gauss afgeleid.

a. Het continuum. Met betrekking tot het continuum werden twee stralingsmechanismen, die hiervoor verantwoordelijk kunnen zijn, onderzocht. In aanmerking komen de gyro-synchrotronstraling, uitgezonden door betrekkelijk laag-energetische electronen in een magneetveld, en de conversie van Langmuir (longitudinale plasma-) golven, opgewekt door Cerenkov emissie, in electromagnetische (radio)straling. Gevonden werd dat deze Langmuirgolven kunnen worden gegenereerd door snelle electronen die ingevangen zijn in een magnetische lus waarin de gyrofrequentie veel kleiner is dan de plasmafrequentie. De golfnormaal staat dan loodrecht op het magneetveld en de frequentie is de zgn. bovenste hybride frequentie (iets boven de plasmafrequentie). In ieder punt van de magnetische lus stelt zich een verdeling der richtingen van electronensnelheden in waarbij richtingen binnen een zekere hoek met het magneetveld niet voorkomen (de zgn. verlieskegel, zie Fig. 3).

De omzetting van de Langmuirgolven in transversale (radio)-golven kan geschieden door verstrooiing aan dichtheidsfluctuaties (op te vatten als polarisatiewolken van de thermische ionen). De dichtheid van de snelle electronen zou 10^{-4} à 10^{-5} moeten bedragen van de dichtheid der thermische deeltjes ($\sim 10^{9}$ cm^{-3}).

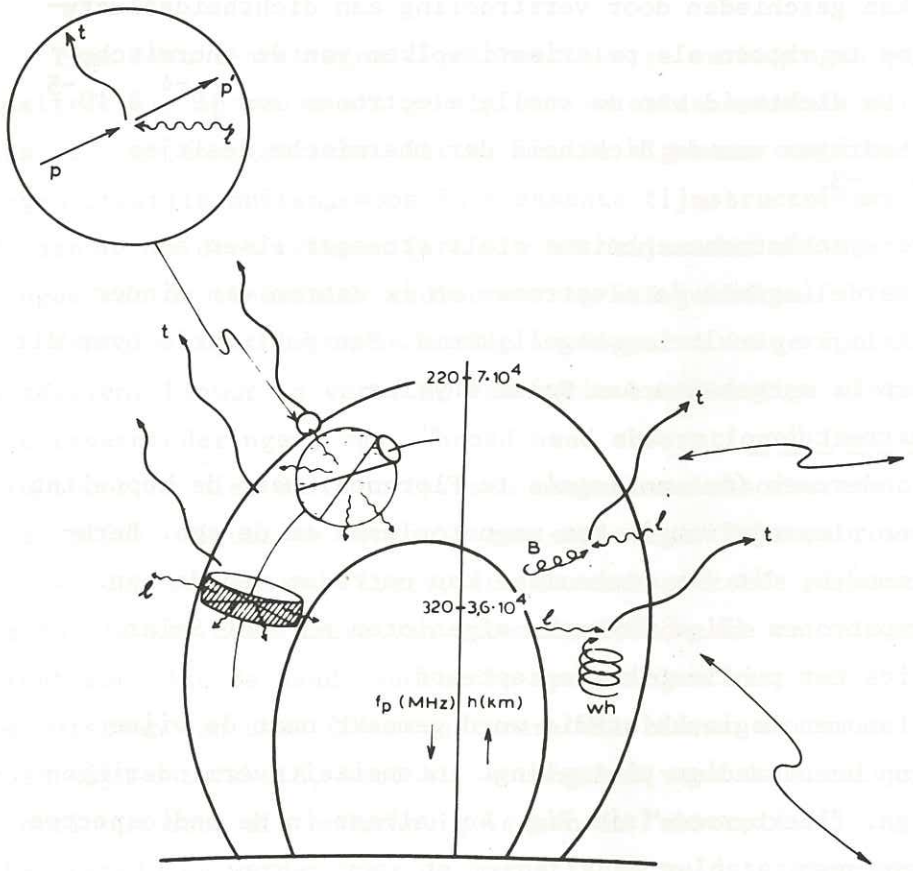
Het gyro-synchrotronmechanisme stelt strenger eisen aan de energieverdeling van de electronen en is daarom een minder aantrekkelijke verklaringsmogelijkheid. Een publicatie over dit onderwerp is aangeboden aan Solar Physics.

b. De fijnstructuur.

1. Het onderzoek (met collega's te Florence) naar de koppeling tussen plasmagolven in een magnetoplasma en de zgn. Bernsteinmodes, die als mechanisme kan optreden van de zgn. zebrapatronen (Fig. 4b) werd afgesloten en door Solar Physics ter publicatie geaccepteerd.
2. Een fenomenologische studie werd gemaakt naar de wijze waarop breedbandige plotselinge intensiteitsverminderingen en zgn. fiberbursts (zie Fig. 4c) elkaar in de radiospectra doordringen.
3. Het synchrotronspectrum, uitgezonden door extreem relativistische deeltjes in een dipoolveld in de corona, werd numeriek onderzocht, waarbij het Razin-effect (onderdrukking van het laag-frequente deel van het spectrum onder invloed van het omringende plasma) in rekening gebracht werd.

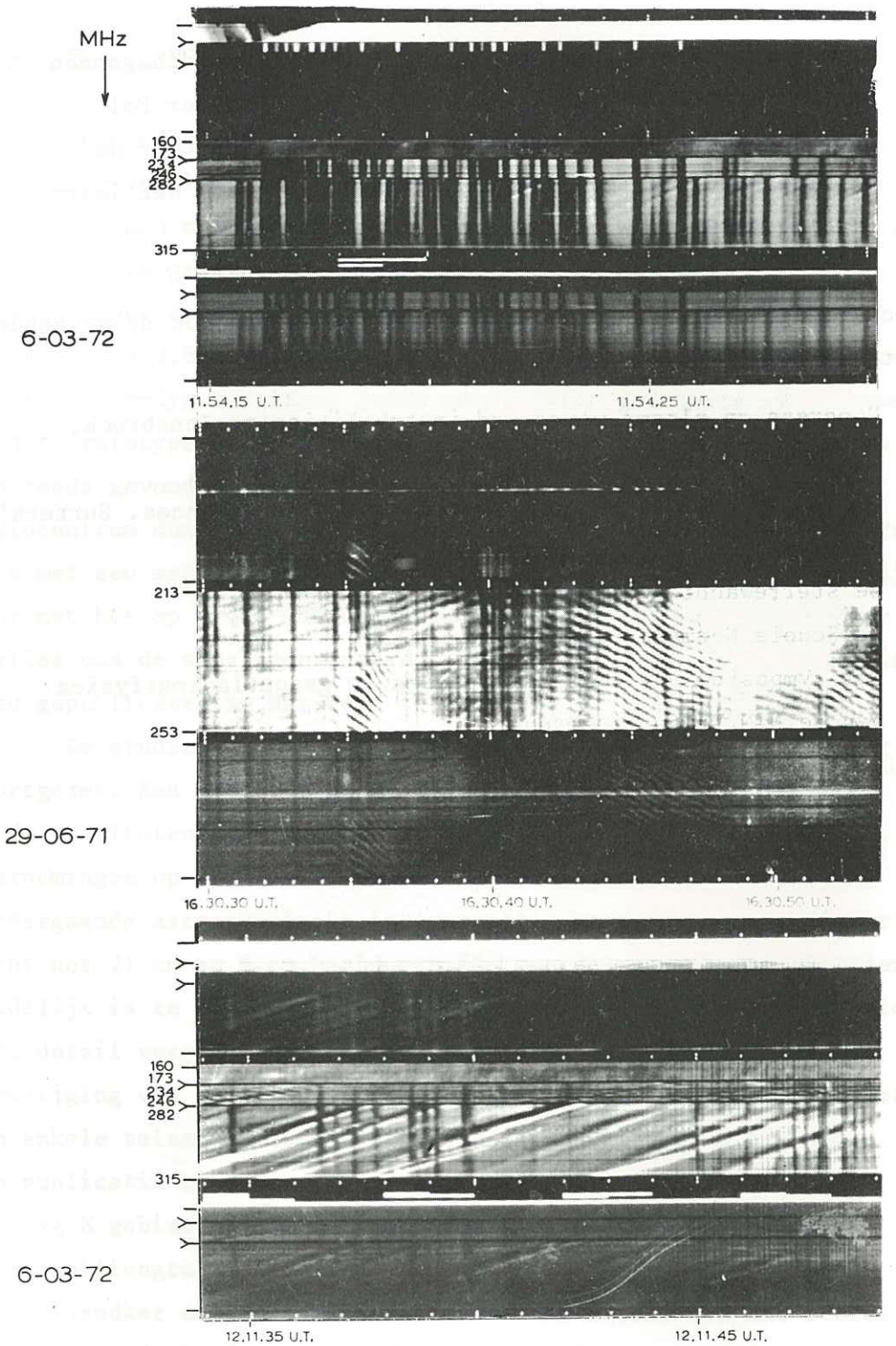
3. Verder onderzoek.

a. Een studie "Instabilities in the solar corona" verscheen als inleiding op het gelijknamige proefschrift van J. Rosenberg.
b. De invloed van een plasma op de onderdrukking van straling afkomstig van deeltjes met relativistische snelheden (het Razin-effect) werd in zijn algemeenheid, los van het emissiemechanisme, onderzocht (in de literatuur werd tot dusverre slechts synchrotronstraling geacht onderhevig te zijn aan het Razin-effect).



Figuur 3. Karakteristiek brongebied van type IV continuum met fijnstructuur.

De bij een zonnevlam versnelde deeltjes blijven ingevangen in een magneetveld. Er stelt zich een verlieskegel-verdeling in voor de snelle deeltjes, die instabiel is ten aanzien van de opwekking van Langmuirgolven. Het gevolg is dat op coherente wijze plasmagolven worden gegenereerd. Bij een voldoende grote dichtheid van deze golven, dus ook van de snelle electronen ($6.10^5 cm^{-3}$) geschiedt de omzetting (zie inzet) in ontsnappende electromagnetische transversale golven (t) via geïnduceerde verstrooiïng aan de polarisatiewolken van de thermische ionen (p). De frequentie van de uitgaande golf is ongeveer gelijk aan de plasmafrequentie ter plaatse van opwekking; deze is veel groter dan de gyrofrequentie van de electronen. Informatie omtrent de toestand in het brongebied kan worden ontleend aan de fijnstructuren, waarvan enkele voorbeelden worden gegeven in Figuur 4.



Figuur 4.

a. Extincties,
plotseling optredende sterke intensiteitsverminderingen stellen een bovengrens aan de afmetingen van de bron (< 30.000 km).

b. Zebrapatronen,
vermoedelijk het resultaat van koppeling tussen Bernsteingolven (B) en Langmuirgolven (l). Uit de separatie van de kammen (f_H) volgt een waarde van 3 tot 8 G voor de sterkte van het magneetveld.

c. Fibers,
wellicht het resultaat van koppeling tussen pakketjes in de whistler-modus (wh) en longitudinale golven (l). De uitgebreidheid in frequentie leidt tot een waarde van 1 tot 3 G voor de sterkte van het magneetveld.

c. In samenwerking met R. Giachetti (Florence) werd begonnen aan een studie van een stelsel gekoppelde Van der Pol oscillatoren, als een mogelijk aanknopingspunt voor de verklaring van de zgn. "tadpole" structuur (zie het jaarverslag 1970).

4. Voordrachten over Utrechts werk werden gehouden voor de volgende wetenschappelijke vergaderingen en instituten:

- Congress on plasma waves and instabilities te Innsbruck;
- De I.A.U. General Assembly te Sydney;
- Het I.A.U. Symposium No. 57 on Coronal Disturbances, Surfers' Paradise;
- De sterrewachten te Meudon en te Florence;
- De Scuola Normale Superiore te Pisa;
- Het symposium van de sectie plasma en gasontladingsfysica van de N.N.V. te Amsterdam.

4.1.4 Astronomisch onderzoek van de Stichtingsstafleden.

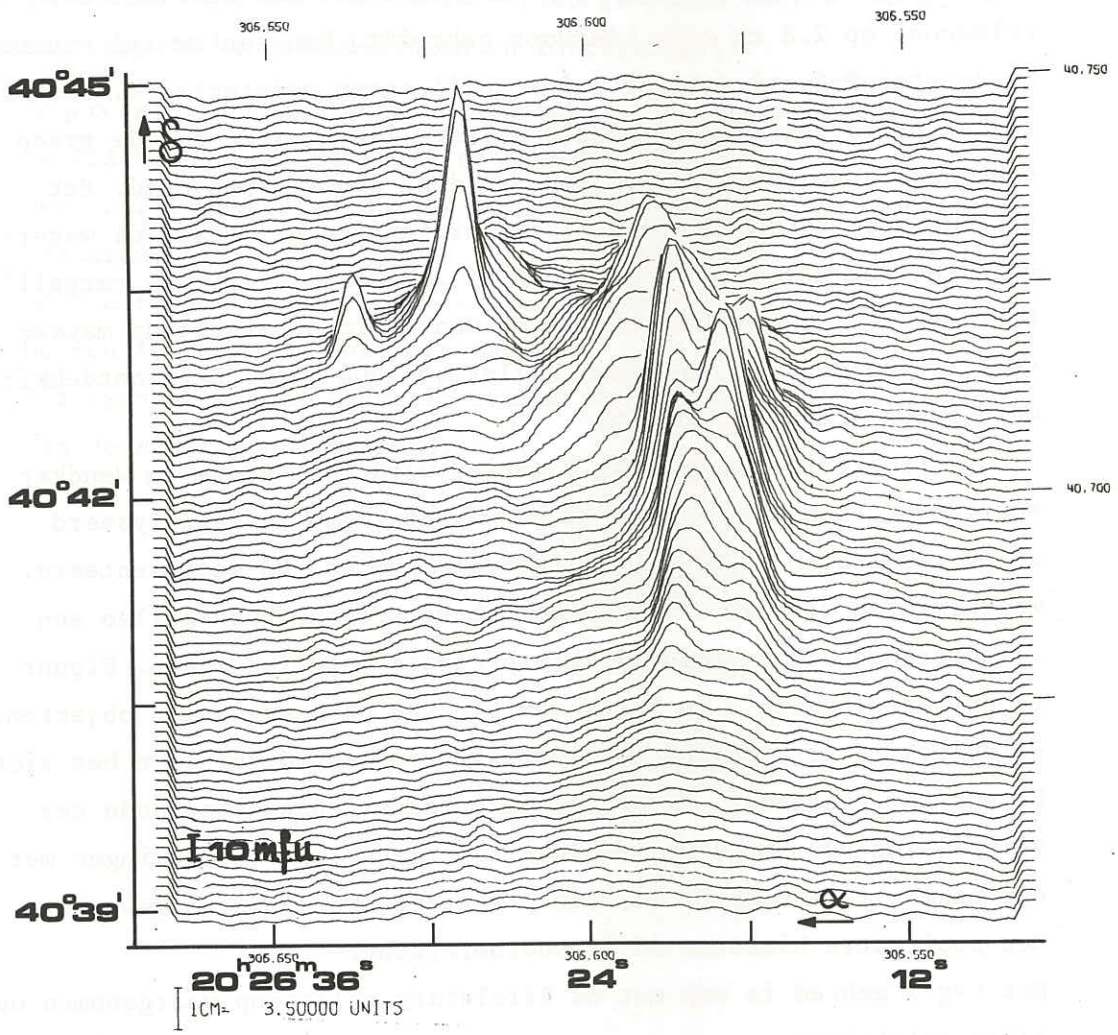
Het onderzoek van Bajaja en Harten is gerapporteerd in het Leidse verslag, dat van Weiler en Sullivan in het Groningse.

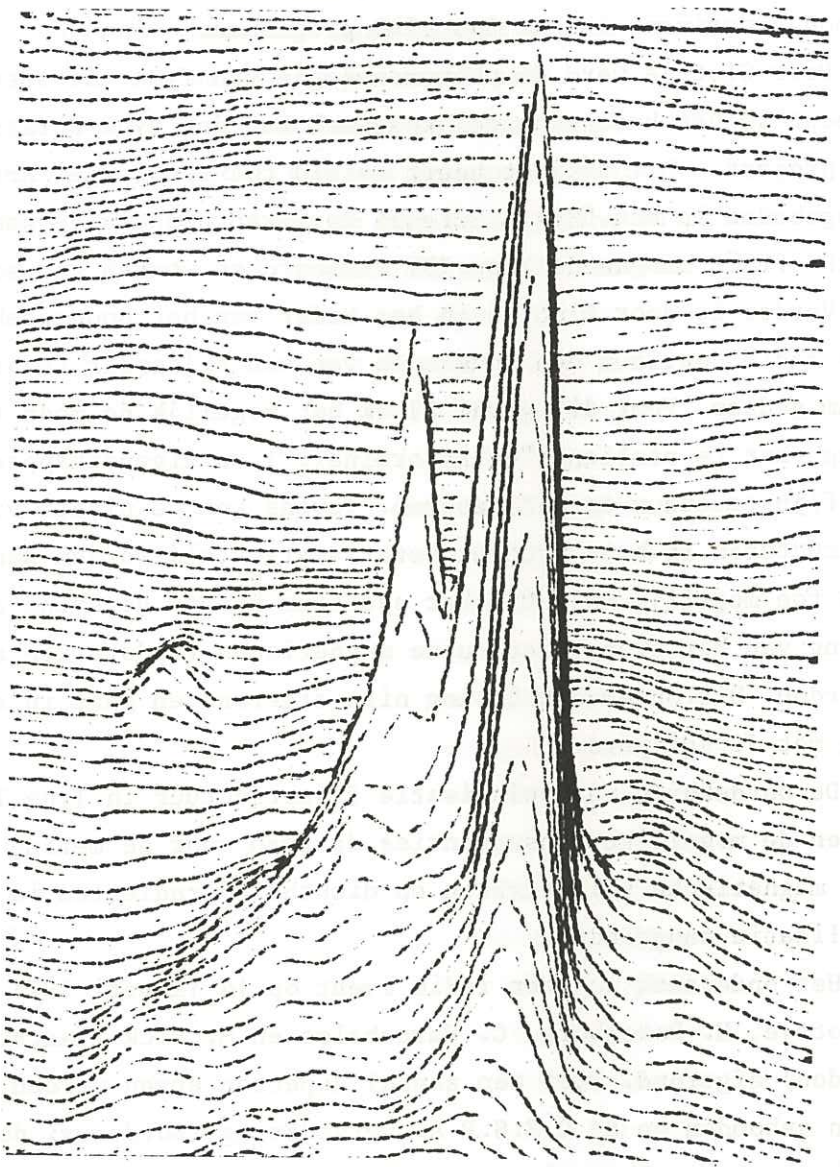
Tesamen met H.J. Wendker (Hamburg) en W. Altenhoff (MPI, Bonn) is door Baars gezocht naar radiostraling van sterren van het P-Cygni type. Zowel de SRT op 6 cm golglengte als de Effelsberg telescoop op 2.8 cm zijn hiervoor gebruikt. Van een zestal sterren is de ster P-Cygni zelf op beide golflengten gedetecteerd. Daarmee is het prototype van een klasse emissielijn-sterren aan de groep van reeds gevonden radiosterren van deze soort toegevoegd. Het radiocentrum duidt op een vrij ondoorzichtige geïoniseerde waterstof-wolk met een massa van meer dan 0.02 zonsmassa's. Dit is vergelijk-baar met het op grond van optische waarnemingen afgeleide massa-verlies van de ster gedurende de laatste 300 jaar. Deze ontdekking werd gepubliceerd in Nature.

De studie van het Cyg X gebied werd door Baars en Wendker voortgezet. Een deel van de 21 cm waarnemingen is geanalyseerd en de resultaten zijn op het IAU Symposium no. 60 gepresenteerd. Waarnemingen op 6 cm en 50 cm werden verkregen. Deze zullen een verdergaande astrophysische interpretatie mogelijk maken. Figuur 1 toont het 21 cm en 6 cm beeld van één van de waargenomen objecten. Duidelijk is te zien hoe het verhoogde oplossend vermogen het zicht-bare detail vergroot. De vorige jaar reeds genoemde methode ter verkrijging van "missing spacing" informatie uit waarnemingen met een enkele telescoop is tot een practisch bruikbare uitgewerkt. Een publicatie hierover is in voorbereiding.
Het Cyg X gebied is ook met de Effelsberg telescoop waargenomen op 11 cm golflengte.

Wendker en Baars maakten tevens een studie van het stelsel NGC 404 aan de hand van Westerbork waarnemingen en verdere gegevens. De ware aard van het object is moeilijk te achterhalen, daar de data aanwijzingen in verschillende richting geven. Een der conclusies is dat het stelsel geen normaal So systeem kan zijn, zoals in de literatuur wordt vermeld. Een artikel hierover kwam eind 1973 gereed.

De eigenschappen van reflector antennes blijven in Baars' belangstelling. Enige malen adviseerde hij ESTEC met betrekking tot radioastronomische methoden voor de ijking van satelliet-


305.650
305.600
305.550
40°45'
40°42'
40°39'
40.750
40.700
1 10 m μ
δ
α
h 20
m 26
s 36
s 24
s 12
1CM= 3.50000 UNITS



Figuur 1.

Een gebied van geïoniseerde waterstof in Cygnus X waargenomen op 6 en 21 cm golflengte. Terwijl op 21 cm slechts 2 pieken duidelijk gescheiden te zien zijn, toont het 6 cm beeld een 7-tal componenten. Deze componenten kunnen zijn geïoniseerd door jonge type-B sterren en het vermoeden bestaat dat we hier te doen hebben met een zogenaamde associatie van B-sterren. (De schaal van beide figuren is niet gelijk).

grondstations op 11 - 14 GHz. Ook werd advies gegeven aan ESRO (via TPD) voor een studie van een mogelijk millimeter of verre infrarood experiment in het Spacelab programma.

Door Slottje werd de phenomenologie van Type III spectra onderzocht in het kader van een speciaal aan dit type bursts gewijd project. Dit project heeft geleid tot een Review Artikel dat aangeboden is aan "Space Science Reviews", waarin de waarnemingen en de theorieën aangaande Type III radiostoten worden gediscussieerd.

Verder is door Slottje in het kader van het onderzoek van Type IV radio continua een onderzoek van een bijzonder fraai spectrum gedaan. Voor dit geval bleek het mogelijk de mode van de straling vast te stellen ("extra ordinair") en eigenschappen van de fijnstructuur te onderzoeken. Tevens kon de plaats van deze structuren in het spectrum beter vastgesteld worden dan tot dan toe mogelijk was. Uit het spectrum kunnen gegevens omtrent de omvang van het brongebied en de magnetische veldsterkte afgeleid worden. Dit onderzoek is nog niet afgerond en gaat in samenwerking met J. Kuijpers.

De ontdekking van polarisatie fijnstructuur in Type III bursts en de mogelijke consequenties daarvan voor de meting van Coronal magnetische veldsterkten en dichtheidsgradienten is ter publicatie aangeboden.

Het onderzoek aan een radio event op 14 januari 1971 werd door Slottje, H. Rosenberg, C. Caroubalos en M. Pick (laatste twee uit Meudon) afgerond. Over een aantal aspecten ervan werden voordrachten gehouden op de C.E.S.R.A. vergadering (Bordeaux, door Slottje) en op het Symposium High Energy phenomena on the Sun (Godard Space Flight Center, door M. Pick).

De waarnemingen van Ekers, Weiler, Raimond en Wellington voor het testen van de algemene relativiteits theorie, gedaan in oktober 1972, hebben geleid tot een publicatie. De resultaten behoren tot de nauwkeurigste ooit gedaan. In oktober 1973 werden de waarnemingen herhaald. Teneinde zoveel mogelijk de instabiliteiten van de aardse dampkring te compenseren werden, net als vorig jaar, twee bronnen simultaan waargenomen. Een belangrijke verbetering ten opzichte van vorig jaar was, dat nu ook op twee golflengten (6 en 21 cm) tegelijk werd gemeten. Dit maakt het

mogelijk om de afbuiging van de radiostraling als gevolg van de aantrekkingskracht van de zon beter te scheiden van de refractie in de corona. Gehoopt wordt dat deze nieuwe techniek zal leiden tot een nog belangrijk nauwkeuriger resultaat.

Door J. Katgert en E. Raimond werd een poging gedaan in korte tijd de relatieve posities van een groot aantal bronnen te meten door gebruik te maken van de bij de algemene relativiteits-test gebezigde techniek. Dit project is nog in het reductie stadium.

4.2 Afdelingsverslagen.

4.2.1 Telescoopgroep Westerbork.

1. Algemeen.

De organisatie en werkwijze van de telescoopgroep hebben in 1973 aanzienlijke wijzigingen ondergaan. Ook in de personeelbezetting zijn veranderingen opgetreden. De leiding van de groep ging per 1 april definitief van Raimond op Baars over, nadat eerstgenoemde reeds in juni 1972 wegens gezondheidsredenen was teruggetreden. Van de bedieningstechnici vertrok Visscher per 1 mei, terwijl Brouwer en Kiers respectievelijk in november en december overgingen naar de Centrale Technische Dienst in Dwingeloo. Zij zijn vervangen door H. Grit, die uit het laboratorium in Dwingeloo overkwam en L. Wanders.

Sinds mei worden de waarnemingen van MET 17.00 - 23.00 uur zonder aanwezigheid van een bedieningstechnicus gedaan. Het waarneemprogramma wordt vooraf op ponsband gezet en door de computer getest op fouten. De telescoop werkt voldoende betrouwbaar voor deze gang van zaken. Slechts een zeer geringe hoeveelheid waarneemtijd ging verloren, die bij aanwezigheid van een bedieningstechnicus gered had kunnen worden. In deze opzet kan met vier in plaats van vijf bedieningstechnici worden volstaan.

In november werd een ingrijpende interne reorganisatie ingevoerd. De aanleiding hiertoe was de ervaring dat door de dagelijkse zorg voor het waarneembedrijf de staf onvoldoende toekwam aan een aantal essentiële punten van zijn taak, in het bijzonder de voortgaande systeemontwikkeling. In de oude toestand was elk staflid verantwoordelijk voor een aspect van het bedrijf en voor de leiding over het daarin meewerkend personeel. Deze opzet is nu zodanig gewijzigd dat één man, als hoofd van het waarneembedrijf, de verantwoordelijkheid draagt voor de dagelijkse gang van zaken en daarbij het werk coördineert van het bedienings- en technisch personeel. De overige stafleden kunnen zich volledig wijden aan het bestuderen van het gedrag van het instrument en de ontwikkeling van systeemverbeteringen. Totdat de juiste man voor de functie van hoofd waarneembedrijf gevonden is, heeft Baars deze taak op zich genomen.

2. Telescoopgebruik.

De ontvanger voor een golflengte van 50 cm (frequentie 610 MHz), die met de 6 cm ontvanger in één frontend doos is ondergebracht, is in het verslagjaar voor het eerst voor astronomische programma's gebruikt. Daarnaast is op 6 en 21 cm waargenomen, zowel continuum als lijnstraling. Tabel 1 geeft een overzicht van het gebruik van de verschillende ontvangers gedurende het verslagjaar. Het overgrote deel van de tijd (80 procent) is gebruikt voor 6/50 cm waarnemingen. De tabel toont ook dat veelvuldig van ontvangstfrequentie is gewisseld, 12 maal in totaal. Daarbij is vijfmaal een frontend wisseling nodig geweest. Daarvoor zijn per keer twee dagen nodig. Omschakeling van 6 naar 50 cm (v.v.) vergt ongeveer 6 uur. Het gedrag van de ontvangers komt straks aan de orde.

Het telescoopgebruik is op andere wijze weergegeven in tabel 2. Hierin zijn, per kwartaal en voor het hele jaar, de percentages van de totale tijd vermeld, waarover de telescoop voor een bepaald doel werd gebruikt. Onderscheid is gemaakt tussen de verschillende ontvangers en tussen lijn (L) en continuum (C) waarnemingen. Het totaal rendement van de telescoop stemt tot tevredenheid. Het netto rendement (60%), d.w.z. uitsluitend de astronomische waarnemingen, is wat hoger dan in 1972. Een calibratie percentage van 20% lijkt aanvaardbaar. Opgemerkt moet worden dat een deel hiervan ontstaat als opvultijd tussen waarnemingen, die niet dichter opeen te plaatsen zijn.

Het verlies ten gevolge van storingen is verheugend laag. Routineonderhoud, inclusief de tijd die gebruikt is voor ontvanger wisseling, neemt 5 tot 6 procent. Sinds de invoering van de gedeeltelijke geautomatiseerde waarneemprocedure verschijnt expliciet regel h, het voorbereiden en afhandelen van de waarnemingen. Deze tijd zat vroeger verborgen in verschillende andere categorieën.

Het percentage van ongeveer 10 procent voor systeemontwikkeling (categorie e, f, g) is vrij laag in vergelijking met vele andere grote radiotelescopen. Het moet wel gezien worden als een minimum om de telescoop voortdurend up-to-date te houden.

Een aantal bijzonderheden met betrekking tot het telescoopgebruik mogen niet onvermeld blijven.

(i) Het "algemene relativiteitsexperiment" (GRE) is dit jaar uitgewerkt op twee golflengten (6 en 21 cm) tegelijk. Bovendien werden twee bronnen tegelijkertijd waargenomen, waarbij om de 5 minuten de interferometers tussen de bronnen heen en weer schakelden. De bedoeling van dit alles was de invloed van de zonnecorona uit te schakelen en die van de atmosfeer en het instrumentele faseverloop te minimaliseren. Het experiment is goed verlopen en de onderzoekers verwachten een "drie procent nauwkeurigheid" te kunnen behalen.

(ii) Het gemiddelde stralingsdiagram van de 25 m antennes is bepaald op 50 cm en 6 cm. De metingen zijn geheel in Westerbork verwerkt en geanalyseerd. Een paar metingen op 21 cm zijn gedaan ter vergelijking met de uitgebreide reeks metingen, die Weiler in 1971 uitvoerde.

(iii) In december is een eerste proef gedaan met een verstemd 6 cm systeem en het 80-kanaals lijnbackend. Op 5009 MHz is met succes de recombinatielijn gedetecteerd in een tweetal HII-gebieden. De proef was in de eerste plaats bedoeld om de mogelijkheden tot verstemming van de frontends te evalueren.

(iv) De eerste twee 21 cm-frontends met verlaagde ruistemperatuur (de zgn. retrofits) zijn in december in gebruik genomen. De ruistemperatuur ligt onder 100 K, zodat de effectieve ruistemperatuur van een interferometer 150 - 160 K bedraagt.

Tabel 3 geeft een overzicht van de waarneemtijd die per waarnemingsprogramma in 1973 is gebruikt.

In figuur 1 is het telescoopgebruik naar de categorieën van tabel 2 in histogramvorm weergegeven over de jaren 1970 - 1973. Figuur 2 geeft een overzicht van de verdeling over astronomische categorieën.

3. Computer hard- en software.

Geheel in overeenstemming met de ervaringen van de laatste jaren is het on-line computer programma meermalen gewijzigd en uitgebreid. In het begin van het jaar is het telescoop positionerings- en besturingssysteem verbeterd. Het oorspronkelijke systeem was te grof voor gebruik bij 6 cm golflengte. Een verdere verbetering in de positionering is nog wel mogelijk en ook gewenst. Dit vereist een nieuwe opzet in zowel hard- als software. Aan het eind van het jaar was dit in principe uitgewerkt.

Kleine, maar onplezierige onvolkomenheden in het programma zijn verwijderd. Naarmate de computer vollediger wordt gebruikt komen soms zwakheden in de systeem-software aan de dag, die moeilijk zijn weg te werken.

Voor het schiften, catalogiseren en gedeeltelijk reduceren van de waarnemingen zijn verscheidene programma's ontwikkeld, die off-line op de Philips P9202 computer worden gebruikt. Instrumentele metingen, zoals pointing, delay lengte en antennepatroon metingen, kunnen geheel in Westerbork worden verwerkt. Hierbij wordt tevens gebruik gemaakt van een nieuwe Hewlett-Packard computer, HP 2100, met schijveneenheden, CRT-display en plotter. Deze zal worden ingezet bij de data handling van de in aanbouw zijnde digitale lijnontvanger. Momenteel wordt hij veelvuldig gebruikt voor rekenwerk. Een koppeling tussen de twee computers nadert voltooiing, waardoor zij wederzijds van elkaars randapperatuur gebruik kunnen maken.

De computer hardware functioneert bevredigend. Alleen de magneetband eenheden geven problemen. Zij worden beide intensief gebruikt. Een derde unit zal in 1974 wellicht moeten worden aangeschaft.

4. Ontvangersysteem.

De nieuwe 6 cm frontends, die bij het begin van het jaar een paar maanden hadden gewerkt, hebben over het algemeen uitstekend voldaan. Slechts het temperatuur regelingssysteem vertoonde een zwakheid, die vervanging van de ventilatoren en een wijziging in het regelsysteem noodzakelijk maakte. In dat eerste kwartaal moesten een paar pomposcillatoren worden vervangen. In het najaar traden onverwachte fasesprongen op, die konden worden

toegeschreven aan een jumperkabel op één van de telescopen en aan een tweetal frontends (faseschakelaar).

Op 21 cm worden sinds december twee nieuwe, zgn. retro-fit frontends gebruikt (zie verslag laboratorium). Voor zover zich thans laat aanzien, is het gedrag en de stabiliteit van deze ontvangers volkomen bevredigend. Op de telescoop is een ruis-temperatuur gemeten van 90 à 100 K. Dit is een grote verbetering ten opzichte van de toestand in 1971/1972, toen de systeem-ruistemperatuur 250 à 260 K bedroeg.

In het vorig jaarverslag werd reeds melding gemaakt van de aanzienlijke storing van TV- en andere zenders, die ondervonden werd bij het gebruik van de 50 cm ontvanger. Zoals bekend is, is de ontvanger afgestemd op een in internationale overeenstemming vrijgehouden TV-kanaal in de U.H.F. band. De storing manifesteert zich in de volgende vormen:

(i) De 7^e harmonische van de "Semafoon" zender op de TV-toren te Smilde valt in de 610 MHz doorlaatband.

(ii) De nabijgelegen TV zenders te Smilde en Lingen over-sturen de transistor voorversterker, die betrekkelijk breedbandig is.

(iii) Verderweg gelegen TV zenders in Wieringermeer en Osnabrück (op 120 km afstand) zenden in het kanaal volgend op onze ontvangstband. Hierdoor ontstaat oversturing van de middenfrequent versterkers.

(iv) Onvoldoende onderdrukte zijband signalen van deze laatste zenders liggen in de doorlaatband en geven, afhankelijk van de tijd van de dag en de positie van de telescoop, stoorsignalen van 1 - 10 flux eenheden.

Tot nu toe genomen maatregelen zijn:

(i) De PTT heeft de Semafoon zender uitgerust met een onderdrukkingsfilter van 40 dB. Dit signaal is slechts zichtbaar als de hoofdlus van de telescoop op Smilde is gericht (uurhoek $+90^o$, declinatie 0^o) en dus voor alle practische gevallen verwaarloosbaar.

(ii) Tussen feed en voorversterker is een extra filter aangebracht, waardoor de storing door Smilde en Lingen is opgeheven. Deze maatregel heeft de ruistemperatuur van de ontvanger van 300 K op ongeveer 350 K gebracht.

(iii) Een filter tussen voorversterker en mengtrap en een zeer scherp 4 MHz breed filter in de 11 MHz correlator versterkers maakt de oversturing van de Wieringermeer en Osnabrück onschadelijk.

(iv) De storing in de band kan slechts aan de zenderzijde worden onderdrukt. Uitgebreide proeven, gedaan in samenwerking met de Duitse en Nederlandse PTT, hebben geleid tot een verzoek onzerzijds de zenders met 30 dB filters uit te rusten. Deze zullen waarschijnlijk in de zomer van 1974 worden geplaatst.

Hiermee zal, naar verwacht kan worden, het storingsprobleem van de baan zijn.

Zonder de laatste maatregel is het mogelijk gebleken 50 cm waarnemingen van goede kwaliteit te doen. Daar de perioden sterkste storing beperkt zijn tot MET 07-10 en 19-22, is door herhaling van de hiermee overeenkomende sterretijden op een ruim twee maanden latere datum een volledige, weinig gestoorde waarneming te verkrijgen.

Het backend van de ontvanger heeft weinig problemen gegeven, die over het algemeen snel konden worden opgelost. De meeste zwakke punten kunnen in de regelmatig uitgevoerde preventieve tests vroegtijdig worden gesignaleerd.

5. Mechanisch/electrische systemen.

Door een regelmatig preventief onderhoud en dankzij een goed gedrag van de apparatuur is het aantal storingen gering geweest. Een aantal veel gebruikte relais in het besturingssysteem vertoonden slijtage en zijn vervangen. De stormklamppositioneringsschakelaars voldeden niet geheel en worden vervangen door een verbeterde versie, die in eigen beheer is ontworpen.

In het voorjaar traden lekjes in het stikstofgassysteem voor de coax-kabels aan het licht, die veroorzaakt werd door verroeste slangklemmen. Na vervanging door roestvrij-

stalen klemmen kan het gassysteem thans voor ongeveer zes tot acht weken op voldoende overdruk worden gehouden.

De installatie voor on-onderbroken stroomvoorziening behoeft uitbreiding tengevolge van de uitbreiding van de computer installatie en de voorgenomen verdere automatisering van de waarnemingen. Een 30 kVA installatie zal in juli 1974 de huidige van 8 kVA vervangen.

6. Verdere zaken.

Veel tijd en aandacht is dit jaar besteed aan de studie van de antenne "pointing" problemen op 6 cm. Gebruik makend van de HP 2100 computer in Westerbork heeft Bregman een geheel nieuwe reductie van de oorspronkelijke metingen ondernomen, deze aanvullend met een beperkte hoeveelheid nieuwe metingen. Er is thans een pointing correctie beschikbaar die over het hele telescoopbereik een residu vertoont van 0.003 graad. Dat is even groot als de speling in de aandrijfsystemen.

Een oud probleem van het grote systematische pointing verloop is nu met zekerheid toe te schrijven aan een afwijking in de inclinatiehoek van de poolas in het meridiaanvlak. De oorzaak is terug te voeren tot de meetmethode waarmee de hellingshoek werd ingesteld. Deze hield onvoldoende rekening met de doorbuiging van de poolas onder het moment van de bovenbouw. Voor de bepaling van de hoekafwijking is gebruik gemaakt van foto's van de sterrenhemel, opgenomen met een op de telescoop gemonteerde camera. Dit werk is verricht door E. Valentijn, student sterrenkunde uit Leiden. Additionele theodoliet metingen en een doorrekening van de constructie werden verricht door Wolfers. In 1974 zullen de poolassen op de juiste hellingshoek worden ingesteld.

De Radiosterrenwacht mocht zich ook dit jaar verheugen in een levendige belangstelling van buitenaf. In de zomermaanden werden rondleidingen gehouden voor toeristen. Daarnaast verdient vermelding het bezoek van Prinses Beatrix en Prins Claus tijdens

hun werkbezoek aan Drente, alsook dat van de Scandinavian Research Council. De radiosterrenwacht stond op het excursie-programma van een aantal in Nederland gehouden conferenties van fysici. Verder ontvingen wij groepen staf en studenten van binnen- en buitenlandse Universiteiten en Technische Hogescholen.

Tabel 1. CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN TELESCOOPGEBRUIK IN 1973.

Datum begin	Datum eind	Ontvangertype
1.I	31.I	6 continuum
1.II	7.II	50 testontvanger
7.II	12.VI	6 continuum
13.VI	4.VII	21 lijn (herhalingen)
4.VII	18.VII	50 test-storing evaluatie
19.VII	7.VIII	6 continuum
8.VIII	30.IX	50 continuum
1.X	14.X	6 + 21 continuum (GRE)
15.X	17.X	21 test lage ruis frontends
18.X	15.XI	50 continuum (meest herhalingen)
16.XI	29.XI	6 continuum
30.XI	3.XII	6 lijn (5009 MHz) testwaarnemingen
4.XII	31.XII	21 continuum (lage ruis in A en B telescopen)

---

6 cm;	continuum, lijn, GRE	206 dagen.
50 cm;	continuum	102 dagen.
21 cm;	continuum, lijn, GRE	64 dagen.

Tabel 2. SRT TIJDSOVERZICHT 1973 IN PROCENTEN VAN TOTAAL AANTAL UREN.

	kwartaal								1973				1972
	1	2		3		4							
	6C	6C	21L	6C	50C	6C	50C	21C	6C	50C	21L	21C	
a. 12 uur waarnemingen	29	31	4	5	40	4	3	7	17	11	1	2	38
b. < 12 uur waarnemingen	27	22	3	4	15	20	15	13	18	7	1	3	12
c. calibratie	24	12	8	4	14	3	6	4	11	5	2	1	24
d. onderhoud en ontvanger wisseling	5	5		5			7			5.5			4.5
e. computer ontwikkeling en reductie	8	6		4			2			5			4.5
f. ontvangertest	2	3		2			1			2			6
g. systeemtest	2	-		2			4			2			6
h. voorbereiding en afhandelen waarnemingen	(in a-c)	3		3			3			2.5			-
i. storingen, inclusief weer	2	1		2			6			2,7			3
j. stilstand (b.v. Kerstdagen)	1	2		-			2			1.3			2
netto rendement (a+b)	56	60		64			62			60			50
bruto rendement (a+b+c)	80	80		82			75			79			74

Tabel 3. SRT WAARNEEMTIJD PER PROGRAMMA IN 1973.

A. 6 cm continuum.

Code	Onderwerp	Onderzoeker	Aantal uren
WX6	Pointing	Bregman, Sullivan	111
WX6	antenne patroon	Balk, Baars, Bregman	9
WX7	bundel polarisatie	Weiler, Wilson	2
WX10	test 5009 MHz Hα-lijn	Wellington, Goss, Sullivan	60
WS1	heldere radiobronnen	Högbom, Fomalont	156
WS3	clusters	Jaffe, Perola	48
WS6	WR-nevel NGC6888	George, Habing, Israel, Smith, Wendker	41
WS7	OH-bronnen	Habing, Goss, Winnberg	110
WS11	galactische bronnen	Schwarz, Goss, Downes	29
WS13	EG-supernovae	de Bruijn, Oort	7
WS15	Cygnus X gebied	Baars, Wendker	17
WS17	P-Cygni sterren	Wendker, Baars	26
WS21	E-stelsels	Ekers	9
WS22	NGC 891	Allen, Sancisi	24
WS24	spiraalstructuur in stelsels	de Bruijn, Oort, Willis	16
WS25	actieve kernen in stelsels	de Bruijn, Oort, Willis	24
WS28	HII gebieden in M33	Israel	24
WS29	HII gebieden	Israel, Habing	147
WS30	röntgenbronnen	Braes, Miley	49
WS32	radiosterren	Braes, Habing, Olnon, Wendker Altenhoff	127
WS33	supernova resten	Duin, v.d. Laan, Strom, Willis, de Bruijn	64
WS34	quasars	Hartsuijker, Miley, Ekers	597
WS35	melkweg "ridge"	Davies, Pedlar	7
WS36/43	planetaire nevels	George, Kaftan-Kassim, Hartsuijker	48
WS37	radiostelsels	Miley, v.d. Laan, Wellington	237
WS40	cluster by PKS2251 +11	Sullivan	12

Code	Onderwerp	Onderzoekers	Aantal uren
WS44	optische lege velden	Grueff, Vigotti	121
WS45	posities Molonglo bronnen	Ekers, Hazard	10
WS46	heldere HII gebieden	Harten, Israel	36
WS47/48	quasars	Lari, Fanti, Colla	158
WS49	E-stelsels	Lari, Fanti, Colla	148
WS50	kernen van stelsels	de Bruijn	59
WS51	polarisatie van radiobronnen	Kronberg, Strom	24
WS53	NGC 2264	Riegel, Habing, Israel	24
WS55	3C58 polarisatie	Weiler, Wilson	48
WS59	magnetische sterren	Ekers	12
WS61	HII-gebieden/ korte waarnemingen	Israel, Habing	49
WS63	SN in M101	Goss, Ekers, Allen	24
WS65	Stephans Quintet	Allen, Hartsuiker	12
WS69	HII gebieden in M101	Israel	48
WS71	staartbron P2247+11	Ekers	24
WS72	Herbig-Haro objecten	Goss, Winnberg, Sancisi	8
WS86	Jupiter	Jaffe, Le Poole, Van Someren Grêve, van de Hulst	58
		totaal 6 cm	2864

B. 6/21 cm continuum.

WP1	Algemene Relativiteits-theorie test	Ekers, Weiler, Raimond, Wellington	194
WP2	Speciale positie calibratoren	Raimond, J. Katgert	60
WP3	röntgenbronnen	Braes, Miley	46
		totaal 6/21 cm	300

Code	Onderwerp	Onderzoekers	Aantal uren
	C. 21 cm continuum/lijn (gerekend tot 25 januari 1974).		
WH4	M81 - M82	Rots, Allen, Shane	105
WH10	vroeg type stelsels	Schwarz, van Woerden, Sancisi	89
W24	HII gebieden	Israel, Habing, Riegel	36
W27	M101	Goss, Allen, Ekers	15
W60	SN in M101	Goss, Allen, Ekers, de Bruijn	12
W62	radiostelsels	Lari, Fanti, Colla	20
W73	supernovae 3C58	Weiler, Wilson	24
W74	balkspiraal NGC 5383	Sancisi	24
W76	bijzondere 3C-bronnen	Strom, Wilson, Willis	24
W77	structuur, polarisatie 300 bronnen	Conway, Willis, Vallée, van der Laan	429
W78	3C303-clusters	Strom, Kronberg	12
W79	W3-HII gebied	Harten, Israel	12
W80	Jupiter	Jaffe, Le Poole, Van Someren-Gréve, van de Hulst	30
W81	OH-masers	Habing, Goss, Matthews, Winnberg	36
W82	radiosterren	Braes, Habing, Olnon	37
W83	Seyfert stelsels	de Bruijn, Willis	48
W84	actieve kernen in nabije stelsels	de Bruijn, Oort	12
W85	zwakke radiostelsels	Ekers, Lari, Fanti	24
		totaal 21 cm	989
	D. 50 cm continuum.		
WX6	systeem tests	Wellington	36
WX6	antenne patroon	Balk, Baars, Bregman	8
WX8/9	storingsonderzoek, etc.	Wellington, Le Poole, Strom, Katgert	120

Code	Onderwerp	Onderzoekers	Aantal uren
WT3	Clusters	Jaffe, Perola	111
WT6	WR-nevel NGC6888	Israel, Habing	29
WT8	identificaties	J. Katgert	12
WT13	EG supernovae	de Bruijn, Goss	12
WT18	γ-Cygni radiosource	Baars, Wendker	27
WT20	W10-gebied	J. Katgert, v.d. Laan	12
WT24	spiraalstructuur in stelsels	Bajaja, de Bruijn, Oort, Shane, Dekker	30
WT25	actieve kernen in stelsels	de Bruijn, Oort, Willis, Sullivan	38
WT26	uitgestrekte stelsels	de Bruijn, Oort	12
WT27	M81-groep	Allen, Bajaja, de Bruijn, Dekker, Rots, Shane	50
WT29	HII gebieden	Israel	23
WT31	UV-Ceti	Miley, Braes	7
WT33	supernova resten	Duin. v.d. Laan, Strom	39
WT36	planetaire nevels	George, Kaftan-Kassim, Hartsuijker	31
WT37	radiostelsels	Miley, v.d. Laan, Wellington	145
WT38	3C-bronnen	Strom	39
WT39	pulsar omgevingen	Schwarz, Goss, Weiler	26
WT41	Virgo cluster	Ekers	24
WT46	HII-gebieden	Harten, Israel	45
WT49	E-stelsels	Lari, Fanti, Colla	26
WT51	polarisatie van radio-bronnen	Kronberg, Strom	8
WT54	zwakke supernova resten	Willis, van der Laan	59
WT55	3C58 polarisatie	Weiler, Wilson	12
WT57	IC342	de Bruijn, Harten	25
WT60	polarisatie calibratie	Strom, Hartsuijker	16
WT62	SNR-3C400.2	Goss, Schwarz	33
WT63	SN in M101	Goss, Ekers, Allen, de Bruijn	31
WT65	Stephans Quintet	Allen, Hartsuiker	28
WT66	grote HII gebieden	Goss, Matthews, Pottasch, Downes	105
WT67	radiostelsel 3C327	Strom, Kronberg	5

Code	Onderwerp	Onderzoekers	Aantal uren
WT68	röntgenbronnen	Braes, Miley	7
WT70	"edge-on" stelsels	Sancisi, Ekers	68
WT71	staartbron P2247+11	Ekers	28
WT74	clusters	Wilson	27
WT77	bijzondere radiostelsels	Strom, Willis, Wilson	13
WT80	melkwegvlak	Schwarz, Goss	1
WT86	Jupiter	Jaffe, Le Poole, Van Someren-Grêve, van de Hulst	8
		totaal 50 cm	1376

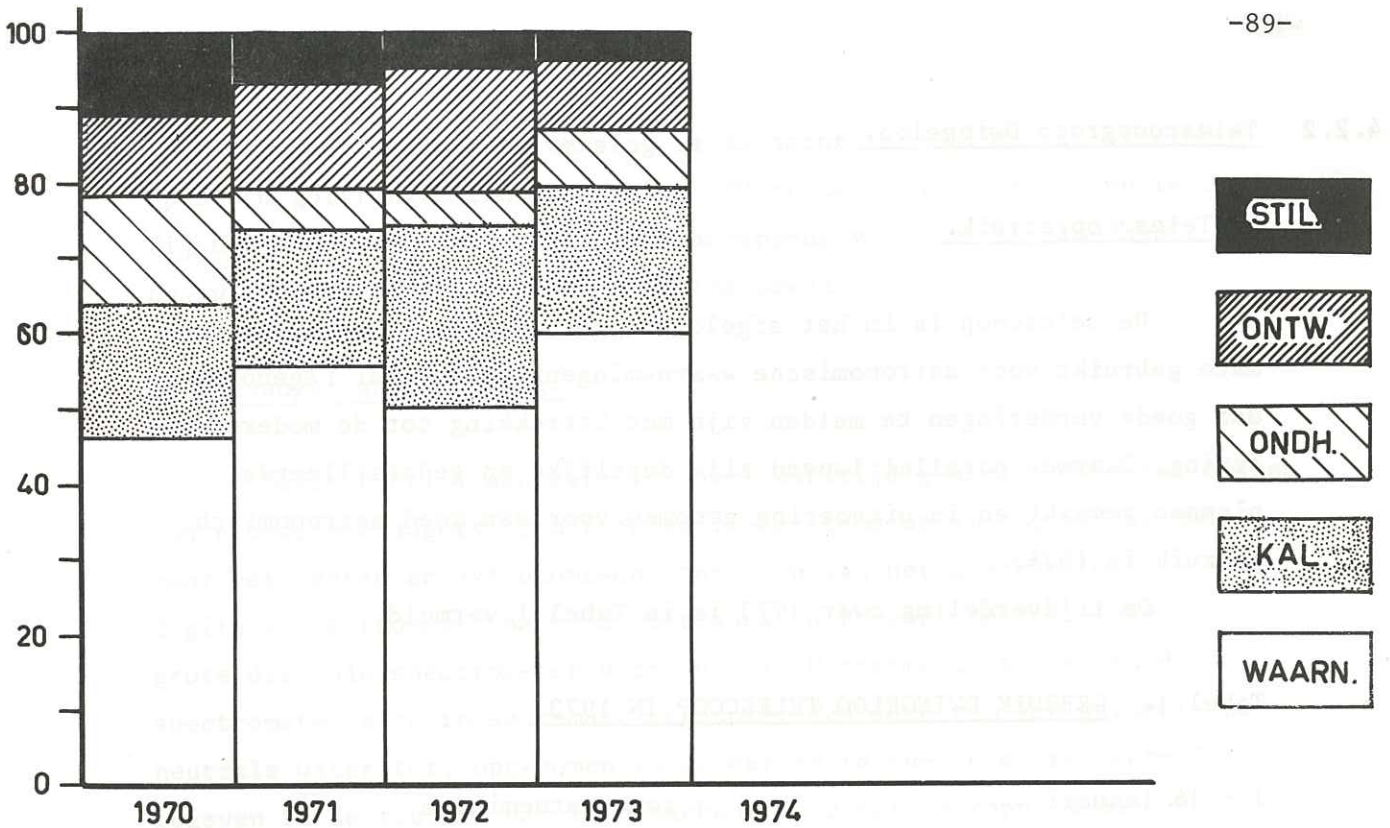


Fig. 1. Overzicht teleskoop-gebruik over totale tijd

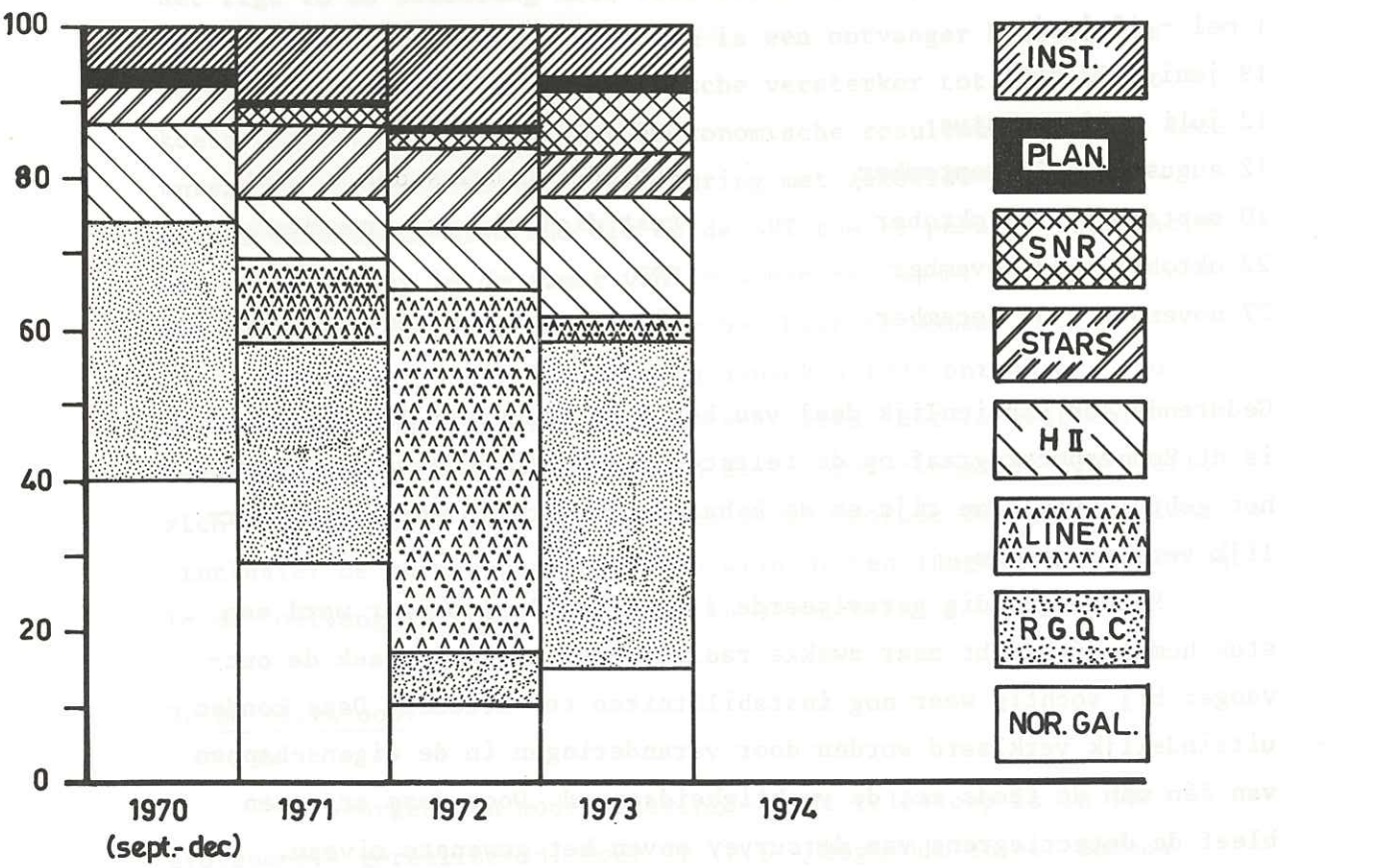


Fig. 2. Overzicht teleskoop-gebruik naar type programma

4.2.2 Telescoopgroep Dwingeloo.

1. Telescoopgebruik.

De telescoop is in het afgelopen jaar slechts in geringe mate gebruikt voor astronomische waarnemingen. Daar staat tegenover dat goede vorderingen te melden zijn met betrekking tot de modernisering. Daarmee parallel lopend zijn degelijke en gedetailleerde plannen gemaakt en in uitvoering genomen voor een goed astronomisch gebruik in 1974.

De tijdverdeling over 1973 is in Tabel 1 vermeld.

Tabel 1. GEBRUIK DWINGELOO TELESCOOP IN 1973.

1 - 16 januari	zon waarnemingen
18 jan. - 13 febr.	test en enige waarnemingen 11 cm ontvanger zon
14 febr. - 12 maart	zon
13 maart - 23 april	11 cm bronnen survey
24 - 30 april	50 cm storing zoeken en monitoren
1 mei - 18 juni	zon
19 juni - 12 juli	test 21 cm frontend
12 juli - 11 augustus	zon
12 augustus - 10 september	schilderen telescoop
10 september - 22 oktober	test digitale spectrometer
22 oktober - 17 november	zon
27 november - 31 december	plaatsing van nieuwe vierpoot

Gedurende een aanzienlijk deel van het jaar (ongeveer 150 dagen) is de Zonnespectrograaf op de telescoop aangesloten geweest. Over het gebruik van deze tijd en de behaalde resultaten wordt afzonderlijk verslag gedaan.

Met de grondig gereviseerde 11 cm dubbel-ontvanger werd een stuk hemel afgezocht naar zwakke radiobronnen. Helaas bleek de ontvanger bij vochtig weer nog instabiliteiten te vertonen. Deze konden uiteindelijk verklaard worden door veranderingen in de eigenschappen van één van de feeds met de vochtigheidsgraad. Door deze effecten bleef de detectiegrens van de survey boven het gewenste niveau.

In het Westerbork verslag is aandacht besteed aan de storing op 50 cm golflengte ten gevolge van TV-zenders in naburige kanalen. Bij het onderzoek naar de aard en oorsprong van deze storing heeft de Dwingeloo telescoop goede diensten bewezen.

2. Ontvanger ontwikkeling.

Zoals tabel 1 aangeeft is nogal wat tijd gebruikt voor het testen van nieuwe ontvangers. Een frontend, afgestemd op 21 cm, is gebouwd voor het testen en astronomisch beproeven van het 256-kanalen digitale spectrometer backend. Dit backend is een prototype van de grote digitale spectrometer voor de SRT. Uitgebreide tests aan de spectrometer zijn in september begonnen. Een spectrum van galactische neutrale waterstof, opgenomen in de eerste testperiode, is weergegeven in de figuur. Het lijn-backend is direct gekoppeld aan een computer, die de Fourier transformatie van de gemeten autocorrelatie functie vormt en het spectrum van de lijn weergeeft.

In de loop van het jaar zijn vaste plannen gesmeed voor een uitgebreid, systematisch survey van de Melkweg naar OH-bronnen. Het ligt in de bedoeling alle vier lijnen (1612, 1665, 1667 en 1720 MHz) in de survey op te nemen. Besloten is een ontvanger hiervoor te ontwikkelen, waarvan de parametrische versterker tot 20 K wordt gekoeld. Behalve belangwekkende astronomische resultaten zal met deze ontvanger waardevolle bedrijfservaring met gekoelde systemen worden verkregen, alvorens die op de SRT toe te passen. Verwacht wordt dat de OH-survey in de zomer van 1974 kan beginnen. Tevens zal een gekoeld 21 cm frontend in dit jaar beschikbaar komen.

De in het vorig jaarverslag aangekondigde ontvangers voor 6 cm en 400 - 3000 MHz zijn nog niet gerealiseerd. Het is niettemin verheugend te kunnen melden dat in de laboratoriumgroep één staflid zich voor de volle tijd aan de ontvangers voor de Dwingeloo telescoop (inclusief de zonneapparatuur) kan wijden. Een langzame verbetering in de ontvangersituatie is thans te verwachten.

3. De telescoop.

De voorgenomen modernisering van de telescoop is in 1973 grotendeels gerealiseerd. Door Ir. B.G. Hooghoudt en het Bureau for Telescopes and Antennas (BTA) zijn studies gemaakt van de

verschillende facetten, waarin de telescoop verbeterd zou kunnen worden. Hieronder vallen:

a). de railbaan voor de azimuth beweging
b). de aandrijf tandwielkasten en het servomotor systeem
c). de positie uitlezing
d). de stijfheid en sterkte van de torenconstructie
e). het ontwerp van een vierpoot voor de ondersteuning van apparatuur bij het brandpunt.

ad a). Hoewel de rail gedeeltelijk los ligt van de ondersteuningsbalk, is de toestand volkomen acceptabel. Ook de vlakheid van de rail is goed; de positiefout ten gevolge van railoneffenheid ligt onder 0.01^{o} en is bovendien systematisch en in principe in het besturingsprogramma te verwerken. Van verdere maatregelen is danook afgezien.
ad b). De vermeende grote spelingen in de elevatie aandrijvingen waren door vervanging van lagers reeds verbeterd, maar bleken voor een deel veroorzaakt te worden door een geringe stijfheid in de "snavel" van de torenconstructie. Hierin is enige verbetering aangebracht door versteviging in de constructie.
De oude servomotoren met buizenversterkers zullen begin 1974 worden vervangen door moderne, krachtiger motoren met transistor stuurversterkers.
ad c). Besloten is de "Decitrack" positiegevers te vervangen door incrementale optische "Heidenhain" encoders, waarmee een fijnere uitlezing mogelijk is. De mechanische problemen van de opstelling zijn nog niet geheel opgelost. Het verbeterde servo- en encodersysteem is op eenvoudige wijze in het besturingscomputer systeem op te nemen.
ad d). De torenconstructie van de telescoop is op de computer berekend onder invloed van wind en zwaartekracht. De resultaten tonen aan dat de positie variaties ten gevolge van windkrachten ongeveer 0.01 graad bedragen. Het blijkt dat zeer kostbare voorzieningen nodig zijn om dit te halveren. Aangezien 0.01^{o} van dezelfde grootteorde is als elders in de telescoop optredende onnauwkeurigheden, is besloten geen verbeteringen in de toren aan te brengen.
ad e). De belangrijkste aanleiding de oude driepoot-antenne ondersteuning te vervangen was de wens SRT-frontends in Dwingeloo te kunnen gebruiken. Daarnaast was het noodzakelijk een snelle en eenvoudige methode voor de montage en demontage van de dipoolarray voor de Zonnegroep te realiseren. De nieuwe vierpoot is in

december gemonteerd. Bij het brandpunt is voorzien in voldoende ruimte om SRT frontends en zelfs grotere zondermeer te kunnen monteren. De "buitendoos" is in axiale richting over 0.75 m te verplaatsen. Dit geeft de mogelijkheid de zonnefeed beter te focusseren. Voorts is een snelle en eenvoudige demontage van deze feed mogelijk. Daardoor zal overdag de zon en 's nachts de radio-sterrenhemel kunnen worden waargenomen. De buitendoos en verdere mechanische voorzieningen, alsmede de nieuwe, ook op SRT ontvangers aangepaste bekabeling zal in april 1974 gereed komen.

In de zomer werd de telescoop opnieuw geschilderd.

4. De PDP 11-20 on-line computer.

De ontwikkeling van de hard- en software voor de computer besturing van telescoop en ontvangers, alsmede de verwerking van waarneemgegevens vond gestadig voortgang. De in het vorig jaarverslag reeds genoemde verlenging van de computer "Unibus" tot de 80 meter verder staande telescoop is gerealiseerd. Dit eigen ontwerp voldoet geheel aan de gestelde eisen. Het ondervond warme belangstelling bij de computer firmant en andere PDP11 gebruikers. Verdere hardware voor de interfacing zijn grotendeels gebouwd en voor een deel reeds in gebruik genomen.

De bouw van nieuwe en verbeterde display panelen voor tijd en telescoppositie werd begonnen. Deze zijn uitgerust met "light-emitting diodes" (LED).

Het monitor software systeem voor de PDP11 werd voltooid en gebruikt in de verdere software ontwikkeling en tests. De servo-besturing vanuit de computer werd met succes beproefd op het bestaande servo-systeem. Zodra de nieuwe motoren zijn geplaatst zal computer besturing van de telescoop mogelijk zijn.

Verschillende testprogramma's, inclusief een snelle Fourier transformatie, zijn geschreven voor de grondige beproeving van de digitale autocorrelator. Deze programma's zijn thans beschikbaar voor gebruik met zowel de PDP11, als ook de HP2115 of 2116 computer.

Tegen het eind van het jaar is de ontwikkeling van een pakket reductie programma's voor de OH-lijn survey ter hand genomen. Het ligt in de bedoeling de volledige verwerking van deze waarnemingen in (semi-) real-time met de PDP11 computer te verrichten.

6. Samenvatting.

Hoewel het astronomisch gebruik van de telescoop in 1973 gering is geweest, is het verheugend dat goede vorderingen zijn gemaakt met de modernisering. De nieuwe vierpoot werd nog in het verslagjaar gemonteerd. De afwerking hiervan en de montage van nieuwe motoren en positiegevers volgen in het begin van 1974. Het lijkt redelijk te verwachten, dat de telescoop omstreeks juni voor astronomische metingen beschikbaar zal komen. Inmiddels wordt de telescoop, voor zover de moderniseringswerkzaamheden zulks toelaten, ingezet voor de waarnemingen met de zonne-spectrograaf.

4.2.3 Reductiegroep S.R.Z.M.

Algemeen.

Ook dit jaar werden alle radio-astronomische metingen welke met de Synthese Telescoop te Westerbork werden gedaan, in Leiden bewerkt tot voor astronomen bruikbare gegevens.

Bovendien konden de sterrekundigen uit Leiden gebruik maken van een programmabestand, eveneens door de reductiegroep beheerd, om met deze gegevens hun astronomisch onderzoek te verrichten.

Voor hun collega's in andere instituten, voornamelijk in Groningen, maar ook in het buitenland te Bologna, Stockholm en Bonn, werden de gegevens op magneetbanden en ponskaarten gecopieerd en verzonden.

De reductiegroep maakte tot en met augustus gebruik van een IBM 360/65 computer, welke door het Centraal Reken Instituut van de Universiteit te Leiden beheerd werd. Daarna is deze machine vervangen door een IBM 370/158, welke een 20 tot 30% grotere capaciteit heeft. Tevens werd hierbij een groter en nauwkeuriger model Plotter van Calcomp, welke een essentieel instrument voor het sterrekundig onderzoek met de WSRT is, in gebruik genomen.

De noodzakelijke voorbereiding en administratie van alle benodigde computerprogramma's gebeurde door drie man, waarvan er twee hun werkzaamheden geheel op het Centraal Rekeninstituut verrichten. Een hiervan, nl. P. van de Bosch, vervult zijn militaire dienst vanaf maart. Hij wordt gedurende deze tijd vervangen door G. Doove.

Het bijhouden en uitbreiden van reeds bestaande programma's, alsmede de ontwikkeling van nieuwe gebeurt door twee man, waarvan R. de Nijs tot september. Daarna heeft hij een nieuwe betrekking aanvaard als systeemprogrammeur bij de K.L.M.

Met ingang van oktober echter werd de reductiegroep weer uitgebreid, nl. met R. Strom, die zich bezighoudt met het calibreren van de WSRT metingen en met Mej. A. Scheeres, welke op de Sterrewacht te Leiden meehelpt om de informatiestroom te verwerken.

Productie.

De belangrijkste werkzaamheid dit jaar van de reductiegroep was wel het corrigeren van ruwe metingen en het verwerken van aanvragen voor het fourier transform- en andere programma's.

Bijgevoegde tabel geeft weer hoeveel maal per kwartaal een computerprogramma (job) behandeld is, hoeveel rekentijd daarmee gemoeid was en de totale kosten, volgens tarieven welke door het CRI zijn vastgesteld. Dit bedrag wordt echter nog niet met de gebruiker verrekend. Deze cijfers geven een flinke stijging van de werkzaamheden te zien, nl. 7689 jobs, terwijl vorig jaar 6067 jobs behandeld werden, een groei dus van ruim 26%.

Het totaal aantal metingen (calibratie metingen, testmetingen en astronomische metingen) welke sinds de opening in juni 1970 door de reductiegroep behandeld zijn bedraagt nu 11779 en hiervan zijn er alleen al in 1973, 4254 behandeld.

Het totaal aantal maal dat een fourier transform programma ingeleverd werd is 4242, waarvan in 1973, 1579 programma's door de machine zijn gegaan, dit zijn er ruim 5 per werkdag.

Programma ontwikkeling.

Ook dit jaar zijn er weer een aantal nieuwe programma's aan het reeds bestaande pakket toegevoegd. Daarbij bleef het noodzakelijk om reeds bestaande programma's uit te breiden om hiermee tegemoet te komen aan nieuwe wensen en verlangens van de gebruikers.

Ook het feit dat de synthese telescoop uitgebreid is met een 6 en 50 cm ontvangersysteem bracht een aantal noodzakelijke wijzigingen met zich mee.

a. De correctieprogramma's (MAKEOBS en REMOBS) zijn grondig herzien. De programma organisatie is verbeterd en tal van kleine wijzigingen zijn aangebracht.
   Een nieuwe correctie, nl. die welke voor een aspect van afwijkingen van de poolassen der telescopen corrigeert is net voor de jaarwisseling gereed gekomen. Ook in het volgende jaar zullen deze programma's nog uitgebreid worden.

b. Het calibratieprogramma (MAKECAL), wat instrument parameters uit calibratiemetingen kan bepalen is gemoderniseerd en is thans geheel in een ITR beschreven.

c. Een nieuw fourier transform programma (SLOWFOUR) is aan het einde van het jaar gereed gekomen. Deze voor synthese telescopen zo essentiële transformatie wordt in dit programma op andere wijze speciaal voor korte metingen uitgevoerd.

d. Een serie van drie nieuwe programma's (KLEAN, KLNRST en RESTOR) welke ten doel hebben om de nu eenmaal bij synthese metingen storende bijverschijnselen van gemeten radiobronnen te verwijderen, is in gebruik genomen.
Deze programma's voldoen vooral goed als het gaat om bijverschijnselen (grating ringen, zijlobben, etc.) van sterke niet puntvormige bronnen te elimineren. Hierdoor kunnen veel zwakkere bronnen en structuren, welke in de nabijheid van sterke bronnen staan onderzocht worden.

e. Het contourprogramma, reeds eerder ontwikkeld, is op verzoek van enkele gebruikers op vele punten verbeterd en uitgebreid. Het is nu o.a. mogelijk om bepaalde posities in het te tekenen veld te markeren, veel meer informatie over de kaart zelf uitgeplot te krijgen, terwijl ook de default waarden van de contouren zeer veel verbeterd zijn.

	1e kwartaal			2e kwartaal			3e kwartaal			4e kwartaal		
	totaal aantal jobs	Reken-tijd U.M.S.	kosten in guldens	totaal aantal jobs	Reken-tijd U.M.S.	kosten in guldens	totaal aantal jobs	Reken-tijd U.M.S.	kosten in guldens	totaal aantal jobs	Reken-tijd U.M.S.	kosten in guldens
Gegevens verwerking Westerbork telescoop	1580	63.20.00	205.182,68	2090	72.40.27	236,483,48	2001	83.18.53	269.615,32	2018	57.26.48	194.087,85
Gegevens verwerking Dwingeloo telescoop	140	5.46.53	20.240,31	156	5.30.17	20.083,02	168	2.16.53	8.283,67	145	5.33.04	15.557,63
Programma ontw. Digitale lijnontv.	94	3.17.31	9.906,24	119	1.27.44	4.023,84	140	5.40.33	18.300,21	324	5.29.56	21.339,24
Ontwikkeling parametrische versterkers	120	2.25.43	7.191,01	295	1.27.00	4.994,65	42	0.45.36	2.418,35	--	--	--

Tabel welke het computergebruik op het Centraal Reken Instituut van de universiteit te Leiden door projecten van de S.R.Z.M. weergeeft.
Gedurende de eerste drie kwartalen werd gebruik gemaakt van een IBM 360/65, het laatste kwartaal van een IBM 370/158.

4.2.4 Laboratoriumgroep.

1. Algemeen.

De concentratie van het laboratorium in Dwingeloo werd met de verhuizing van de laatste technici in de zomer van 1973 voltooid. In afwachting van een positie buiten de Stichting werd aan de heer Lugtenborg toegestaan om zijn werk voor een beperkte periode in Leiden voort te zetten.

De communicatie met de in Leiden achtergebleven instrumentmakerij is door de afstand sterk bemoeilijkt en daardoor vinden veel vertragingen plaats, welke op vele projecten bijzonder belemmerend werken. De bestaande faciliteiten in Dwingeloo zijn te beperkt om voldoende assistentie te kunnen verlenen, o.a. bij de grote projecten.

Zoals verwacht heeft de concentratie een duidelijke verbetering van de communicatie binnen het laboratorium gebracht. Het dagelijks contact tussen de verschillende specialisten heeft een stimulerende werksfeer geschapen. Het was nu mogelijk een tiental technisch-wetenschappelijke colloquia in Dwingeloo te organiseren. Het contact met astronomen daarentegen begint langzamerhand merkbaar te verslappen.

Als gevolg van de concentratie kon het werk efficienter heringedeeld worden. Zo werd bijvoorbeeld besloten de thermostaat problemen aan Ir. van der Brugge toe te vertrouwen. Het werd eveneens mogelijk de technici van de ontwikkelingsgroep Zon bij het laboratorium en de CTD onder te brengen. Ir. Sondaar kreeg de zorg voor de Dwingeloo ontvangers, inclusief de zon ontvangers. Het ontwikkelingswerk van de zon projecten zal in 1973 voor het laatst in een apart hoofdstuk gerapporteerd worden.

De grote lijnen voor het ontwikkelingswerk van de Stichting werden tegen eind 1972 vastgelegd. Dientengevolge werd in 1973 bijna uitsluitend productiewerk verricht. Het ene grote project is de constructie van de 5000-kanalen lijnontvanger, het andere de serie van 12 nieuwe 21 cm frontends met verbeterde gevoeligheid.

In 1973 werd begonnen met het ontwikkelen van gekoelde front-ends.

Toepassing hiervan in de SRT in Westerbork eist grote betrouwbaarheid. Daarom zullen de eerste gekoelde front-ends uitvoerig op de Dwingeloo telescoop getest worden. Een prototype voor de Dwingeloo telescoop is in aanbouw, tevens om het ontvangerpark weer op te bouwen.
De laatste Dwingeloo ontvanger, op 11 cm golflengte, werd tot mei 1973 gebruikt. De aan het eind 1972 overgebleven instabiliteiten werden in januari 1973 weggewerkt.

2. Fasecalibratiesysteem en instrumentele effecten in de SRT.

Nadat de ontwikkeling van het systeem in 1972 zijn eindpunt had bereikt, bestond het werk in 1973 geheel uit een afsluitend onderzoek naar de werking.

Daarbij werd gebruik gemaakt van een aantal eerder gedane waarnemingen op puntvormige bronnen. Zijn de posities van een dergelijke bron en van de telescopen precies bekend, dan is het faseverschil tussen de door verschillende telescopen opgevangen signalen nauwkeurig te voorspellen. Afwijkingen in de werkelijk gemeten waarden moeten dan het gevolg zijn van fasedrift in de ontvanger. Corrigeren we voor dergelijke drift met behulp van het fasecalibratiesysteem, dan zijn de resterende fouten een maat voor de nauwkeurigheid van de correctie.

Een complicatie hierbij is, dat we de geometrie van de SRT en de posities van de calibratiebronnen niet a priori met voldoende nauwkeurigheid kennen. Om hiervoor te corrigeren, moeten we aan de voor electronische drift gecorrigeerde fasen een model-functie aanpassen, die de mogelijke fouten in de veronderstelde telescoop- en bronposities als parameters bevat. De residuen die men bij deze aanpassing overhoudt vormen een criterium voor de stabiliteit van de gecorrigeerde fasen en de volledigheid van het gebruikte geometrische model. Verder behoren we uiteraard van week tot week dezelfde posities voor de vaste telescopen en de calibratieradiobronnen terug te vinden.

Voor de uitvoering van dit soort analyses is op de IBM 370 in Leiden een pakket programma's beschikbaar, waarmee de op routinebasis wekelijks met de SRT gedane "basislijn-calibratie" metingen worden gereduceerd. De in het vorige jaarverslag uitge-

sproken verwachting, dat dit pakket spoedig aangevuld zou zijn met voorzieningen om ook de correcties van het fasecalibratie-systeem te verwerken, ging in 1973 niet in vervulling. Dit leidde tot een aanzienlijke inspanning om vervangende voorlopige programmatuur te ontwikkelen voor de gecombineerde HP2116 en PDP11 computers in Dwingeloo. Door de flexibiliteit van dit systeem konden daarbij een aantal detailstudies ondernomen worden, die bij reductie via Leiden waarschijnlijk achterwege gebleven zouden zijn.

De voornaamste resultaten zijn:

1. De in het vorig jaarverslag gesignaleerde ernstige overspraak in het centrale ontvangergedeelte kon bij zorgvuldig onderzoek niet worden gereproduceerd. Het waargenomen effect wordt toegeschreven aan een bij de betreffende waarneming ad hoc aangebrachte wijziging in de signaalwegen.

2. De variatie van de faselengte van de hoog-frequent-kabels verschilt van kabel tot kabel, zelfs op één en dezelfde telescoop. Het is vrijwel zeker dat dit te wijten is aan verschillen in de temperatuurcoëfficient van de electrische lengte. Bij een dagelijkse temperatuurvariatie van 15^{o} C is het effect belangrijker dan dat van de buiging van de "jumper"-kabels bij de as-overgangen.

3. Het tot dusverre gebruikte geometrische model moet worden aangevuld met afwijkingen in de asrichtingen van de telescopen.

4. De onder 2 en 3 genoemde effecten verklaren de tot dusverre gevonden inconsistenties in routine-basislijn-bepalingen. De resterende fouten liggen in het algemeen ruim binnen 1^{o} ofwel 0.6 mm.

5. Dezelfde effecten moeten een belangrijke beperking opleveren van het vermogen van de SRT om zwakke bronnen in de nabijheid van sterke bronnen te onderscheiden ("dynamic range"). Een kwantitatieve studie wacht op voltooiïng van het Leidse reductieprogramma.

Met het vastleggen van een en ander in een aantal rapporten is de ontwikkeling van het 21-cm fasecalibratiesysteem nu afgesloten. De resultaten, met name wat betreft de fasedrift

in de ontvangers, wijzen in de richting van de noodzaak, op den duur ook voor andere frequenties een calibratiesysteem te ontwikkelen.

3. Verbetering van de gevoeligheid van de 21 cm ontvangers.

Grote aandacht werd aan het ontwerp van de 2de generatie 21 cm frontends besteed. Het ontwerp maakt gebruik van Micromega gedegenereerde parametrische versterkers met een ruistemperatuur van gemiddeld 42 K. Na beraad werd besloten de huidige 21 cm frontends om te bouwen (hierdoor retrofit genoemd), teneinde met een relatief kleine inspanning toch een sterk verbeterd systeem te verkrijgen. Een alternatief was geheel nieuwe frontends te bouwen met de consequentie dat er weinig mankracht over zou zijn gebleven om bijvoorbeeld aan de gekoelde systemen te kunnen werken.

De twee "voorlopers" voor telescopen A en B werden medio oktober in Westerbork in een 4x2 interferometer configuratie getest en begin december in het ontvangerpark opgenomen. De sedertdien beschikbaar gekomen reductie gegevens tonen een zeer bevredigende stabiliteit aan.

Om de ruistemperatuur van de "retrofit" frontends zo klein mogelijk te maken werd de oude feed-balun-paramp verbinding gemodificeerd. De "directional coupler" werd samen met de balun geintegreerd en de koppeling van 20 naar 30 dB teruggebracht. De eis van lage verliezen, dus korte kabels tussen feed en paramp, is in strijd met de eis van onderlinge roteerbaarheid van de twee. De oplossing werd gezocht in beperking van de rotatiehoek tot 45^{o} in plaats van 135^{o} en het opvangen van de benodigde verplaatsing door torsie van semi-rigid kabels. De tests in oktober hebben aangetoond dat een systeem temperatuur van ca. 100 K haalbaar is.

Het thermostaat systeem van de retrofit frontends wordt een verbeterde versie van die van het 6/50 cm systeem. Hiermee hoopt men het belangrijk betrouwbaarder te maken, o.a. bij lage temperaturen.

Een studie van mogelijke storing door LO1 - LO2 interferentie toonde aan dat het hele frequentiegebied 1375 - 1425

bereikbaar is door verstemming van LO1 met handhaving van LO2 op de huidige waarde. Om deze verstemming mogelijk te maken werd een breedband frequentie vermenigvuldiger ontwikkeld. Een prototype hiervan, gebruik makend van een nieuw inter-digitaal filter, werd gebouwd met een zeer acceptabel fase-gedrag over de gewenste band. (0.04^{o}/dB bij 170 MHz).

4. Digitale lijnontvanger.

Een belangrijke mijlpaal in het ontwerp van de grote 5000 kanaal spectrometer voor Westerbork is ongetwijfeld het gereedkomen en het testen van het 256 kanaal prototype, dat uiteindelijk voor de Dwingeloo telescoop bestemd is. Dit stadium werd medio 1973 bereikt, toen het systeem gedeeltelijk in een hoog-frequent dichte kast (voor het digitale gedeelte) geinstalleerd werd, in de telescoopcabine werd gebracht en met behulp van de HP2114A computer aan de tand gevoeld. De eerste proeven hebben verschillende gebreken aan het licht gebracht, waaronder "timing" problemen, o.a. met de overdracht van data naar de computer. Er kon evenwel geconcludeerd worden dat, voor zover het het digitale gedeelte betreft, de modulen waaruit het bestaat bevredigend werkten en dus voor de grote ontvanger geschikt waren. Minder gelukkig waren we met het midden-frequent gedeelte, waar de 30 MHz signalen naar video frequentie worden gebracht. Het gekozen systeem maakt gebruik van achtereenvolgende mengtrappen, hetgeen het gebruik van een reeks oscillatoren vereist met het gevaar dat storende mengproducten opgewekt kunnen worden. Aan de hand van deze proeven werd besloten voor Westerbork een andere techniek toe te passen, met name met enkele zijband menging, welke van een enkele oscillator gebruikt maakt. Dit systeem heeft bovendien het grote voordeel, dat het gemakkelijker in grote serie vervaardigd kan worden. Het ontwerp daarentegen is vrij ingewikkeld.

De spectrometer werd in eerste instantie met een voor dat doel gemaakte breedband ruisgenerator getest. Met behulp van in huis ontwikkelde schakelingen en software werd de ontvanger aan de HP2114 computer gekoppeld. Na Fourier transformatie wordt het spectrum op de Tektronix 613 graphical display uitgezet.

Een eenvoudig 21 cm frontend werd in het voorjaar van 1973 ontworpen om met hemelse signalen de proeven voort te zetten.

Enkele standaard 21 cm lijn profielen werden gemeten, waarna besloten werd de waargenomen gebreken verder te elimineren en vervolgens aan een koppeling met de PDP11/20 te werken. Hiervoor werd de benodigde link hardware en software ontwikkeld. Tegen het eind van het jaar was het nieuwe systeem ver gevorderd.

De serie productie van de goedgekeurde ontvanger delen loopt parallel met het verder debuggen van het prototype. De specificaties van de systeem gedeelten bestemd voor de 5000 kanaal spectrometer werden vastgelegd. Daarmee wordt o.a. bedoeld het fringe stopping mechanisme dat aan de laatste L.O. gekoppeld zal worden. Een prototype voor het midden-frequent systeem met enkele zijband menging kwam in het najaar van 1973 gereed. Bij het ontwerp hebben zich problemen voorgedaan, vanwege de hoge eisen op de zijband onderdrukking en de bandbreedte.

5. Gekoelde ontvangers.

In 1973 werden de eerste stappen ondernomen om cryogene technieken toe te passen om de gevoeligheid van onze toekomstige ontvangers te verbeteren. Er werd besloten met een 21 cm frontend te beginnen, waarbij gebruik zou worden gemaakt van een B.O.C. koeler. Het ontwerp van een koelbare 21 cm parametrische versterker en het vertrouwd worden met het hanteren van koelmachines werd in de eerste fase beoogd.

Met behulp van een in eigen beheer ontwikkeld computerprogramma werd een parametrische versterker gebouwd, die op 11 GHz wordt gepompt en over zeer acceptabele eigenschappen beschikt. Voor dit ontwerp werd dankbaar gebruik gemaakt van twee uit Meudon geleende koelbare circulatoren. De gemeten ruistemperatuur bedraagt 15 K. Een versterking van 16 dB op een bandbreedte van 40 MHz wordt gehaald.

Van een betrouwbare beheersing van de koelproblemen was geen sprake. Van het begin af aan heeft de B.O.C. koeler grote gebreken getoond, die zich na correctie op andere plaatsen weer

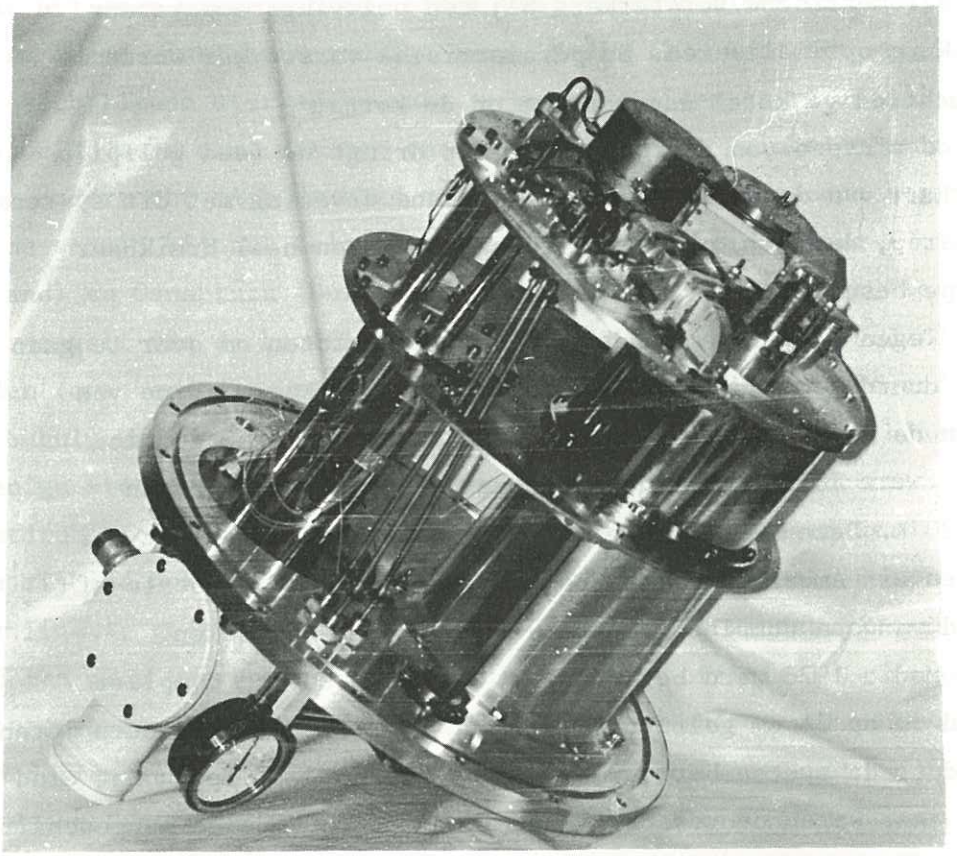


Foto van de eerste trap van het 21 cm gekoelde frontend.
Boven,op het 20 K plateau gemonteerd, ziet men de parametrische versterker met zijn twee circulatoren.
De golfpijp zorgt voor transmissie van de door de feed opgevangen signalen naar de paramp.
Het hele toestel wordt in een luchtledige ketel aangebracht en grote zorg is besteed warmte lekkage tot een minimum te beperken.
Aan de onderkant vindt men de motor van de laatste trap van de koeler.

herhaalden. Ondanks vele pogingen is het ons niet gelukt de koeler in continu bedrijf te houden voor een langere periode dan één week. Deze tijdsduur is echter voldoende geweest om de eigenschappen van de parametrische versterkers bij een omgevingstemperatuur van 20 K te optimaliseren. De parametrische versterker wordt in een luchtledige ketel aangebracht op de kortst mogelijke afstand van de feed. Daardoor dringt de feed golfpijp in het hart van de ketel door. De opgedane ervaring met dit systeem wijst erop, dat wij, op de koeler na, over een heel bruikbaar prototype beschikken.

Tegen het einde van het jaar werd besloten om over te gaan naar de duurdere, maar merkbaar betrouwbaarder koelmachine van CTI. Aan de hand van ervaringen binnen en buiten de Stichting werd de zware 1020 koeler gekozen, met een koelvermogen van 8W bij 20 K. Deze keuze en de aanschaf van lichter gewicht circulatoren uit Amerika zullen ons in staat stellen de totale afkoeltijd van een compleet frontend tot 8 uur te beperken.

Medio 1973 werd begonnen met de bouw van een compleet frontend om op 21 cm golflengte met één polarisatie te kunnen meten en daardoor de systeembetrouwbaarheid te evalueren. Tegen het eind van het jaar waren de verschillende frontend onderdelen aangeschaft of gebouwd. Voor de tweede trap wordt een Micromega parametrische versterker gebruikt. De thermostaat wijkt iets af van het zeer betrouwbare 6/50 cm systeem en een aparte ontwikkeling moest plaatsvinden om de benodigde aanpassing te realiseren.

Dankzij assistentie van de instrumentmakerij van de Leidse Sterrewacht kon tegen het eind van het jaar begonnen worden met de constructie van een tweede gekoeld frontend, bestemd voor een golflengte van 18 cm. Dit project is geboren uit een gedachtewisseling tussen astronomen en stichtingsingenieurs. Met dit frontend wordt een lange survey op de Dwingeloo telescoop gepland. De berekening van de 18 cm gekoelde parametrische versterkers werd ten gevolge van de concentratie van het laboratorium in Dwingeloo, op de HP 2100 computer in Westerbork uitgevoerd. Dit kostte enige additionele inspanning in verband met het vertalen van de bestaande programma's.

6. 50 cm frontends.

De storing veroorzaakt door televisiezenders op frequenties dicht bij onze waarneemband, bleek veel ingewikkelder te zijn dan in eerste instantie gedacht werd. Medio 1973 werd het mogelijk de verschillende storingsbronnen te onderscheiden en te localiseren. De storing werd o.a. met een testontvanger op de Dwingeloo telescoop onderzocht. Aan de hand van deze proeven werd geconstateerd dat de schuld bij het televisiekanaal 39 van Wieringermeer (Noord-Holland) en Osnabrück (Duitsland) lag. Om dit te bereiken, moest de draaggolf van de beeldinformatie op 615 MHz voldoende onderdrukt worden (ons bandcentrum ligt op 610 MHz). Dit werd gerealiseerd met behulp van hoge Q filters in de frontends. Na controle bleek er enige storing te blijven bestaan, welke aan de onvoldoende onderdrukte onderzijband van de TV zenders toegeschreven werd. Deze zijband wordt vermoedelijk gedeeltelijk veroorzaakt door niet lineair gedrag in de uitgangstrappen van de zender. Aan de hand van deze waarnemingen werd aan de P.T.T. officieel gevraagd de ongewenste frequenties verder te onderdrukken. Op verzoek van de Nederlandse P.T.T. werd er een proef georganiseerd met om de beurt de twee betreffende televisiestations en de radiotelescopen van Dwingeloo en Westerbork. Deze metingen hebben onze ondervindingen bevestigd.

7. Radio link project.

Dit project kon helaas weinig mankracht toegewezen krijgen. Met de laatste plannen voor de basislijn uitbreiding tot 3 km werd de noodzaak voor een fase stabiele straalverbinding minder dringend gevonden. Desondanks werd met het oog op de toekomst afgesproken door te gaan met dit project, weliswaar met een lage prioriteit. Uit de voorstudies kwam een heel interessant en origineel ontwerp te voorschijn. Het gekozen systeem is zodanig dat bij ieder frontend synchrone monochromatische signalen in iedere waarneemband opgewekt worden en hierdoor bestaat de mogelijkheid het hele ontvangersysteem in fase te calibreren. Deze signalen worden in een apart "back-end" gedemoduleerd en vervolgens gebruikt om "on-line" fase correcties aan te brengen. Er wordt gepland het eerste gedeelte van het ontwerp,



50 cm radiokaart van de Noordpool gemaakt aan de hand van waarnemingen, gedaan in aanwezigheid van T.V. storingen.
De puntbron onderaan is echt.
De uitgebreide bron in het centrum van de kaart en zijn concentrische roosterringen zijn door de storing veroorzaakt.
De schaal is 100 mfu per cm.

het opwekken van coherent signalen van op 20 km afstand van elkaar liggende frontends, in het voorjaar 1974 gereed te krijgen.

In het kader van dit project werden proeven gedaan om de voortplantings eigenschappen van een eventuele link tussen Dwingeloo en Westerbork te evalueren. Eind oktober werd een proefverbinding tot stand gebracht met behulp van de Koninklijke Landmacht, welke de masten voor de antennes, inclusief installatie, tot onze beschikking stelde en voor de communicatielijnen zorgde. Dit experiment werd op een frequentie van 11 GHz gedaan. Aan de hand van deze metingen werd belangrijke informatie voor de link verzameld.

Medio 1973 werd een officieel verzoek ingediend bij de PTT voor een frequentie allocatie in de band 11.0 tot 11.46 GHz. Met deze specificatie maken wij het mogelijk twee onafhankelijke links te realiseren, ieder met een bandbreedte van 40 MHz en twee polarisatie richtingen.

8. Lijnwaarnemingen bij 5009 MHz.

In het najaar van 1973 kon de mogelijkheid onderzocht worden om met de 6 cm frontends gecombineerd met het 80 kanaals lijn-backend recombinatie lijnen waar te nemen. Omdat waarnemingen op 4830 MHz belangrijke hardware veranderingen, o.a. met de parametrische versterkers, met zich meebrengen, werd het onderzoek tot een band tussen 4995 MHz en 5015 MHz beperkt.

De zwakste schakel bij een verstemming van het 6 cm frontend ligt bij de 29 maal frequentie vermenigvuldigers, welke relatief smalbandig uitgevoerd werden. Door de locale oscillator frequentie buiten de doorlaatband van de vermenigvuldigers te verstemmen wordt het uitgangsvermogen te laag om de amplitude-servo nog actief te houden. Als consequentie is het fasegedrag van het systeem minder stabiel en soms kunnen oscillaties ontstaan. Desondanks werd een waarneemtest in Westerbork gepland, gebruikmakend van de beste "units". Tijdens de tweedaagse waarnemingen welke plaatsvinden onder strenge bewaking, toonden 3 kanalen instabiliteiten. Dit wijst erop dat breedbandige vermenigvuldigers toch wel essentieel zijn om een betrouwbaar systeem te verkrijgen. Deze nieuwe ontwikkeling zal naar verwachting pas tegen het eind van 1974 plaats kunnen vinden.

9. Fotoplot apparatuur.

Het ontwerp voor de fotoplotmachine, welke astronomen in staat moet stellen uit hun waarneem data een radiofoto te maken, kwam tegen het eind van 1973 gereed. Dit apparaat werd door een Leidse astronoom, W. Jaffe, ontworpen. Het mechanische gedeelte werd bij de instrumentmakerij van de Leidse sterrewacht vervaardigd, terwijl de electronica in het laboratorium te Dwingeloo werd ontwikkeld en getest.

Het systeem bestaat uit een trommel, gestuurd met een constante snelheid door een stappenmotor. De fotografische film wordt op de trommel bevestigd en door middel van een "light emitting diode" belicht. De lichtbron met zijn focuseringsmechanisme wordt met behulp van een wormwiel parallel aan de trommel verplaatst. De beide bewegingen, alsook de lichtbron, staan onder controle van de electronica. De kaartdata worden op ponsband in een HP minicomputer afgelezen en dan met voldoende snelheid aan het fotoplot systeem doorgespeeld. Het systeem is in staat in 20 minuten een 512 x 512 punten foto met 63 intensiteitsniveaux te produceren.

10. Diversen.

Het ontwerpen in eigen beheer van niet gedegenereerde parametrische versterkers vordert heel langzaam als gevolg van te gering beschikbare mankracht bij de instrumentmakerij. Een "voorloper" op 21 cm golflengte en gepompt op 25 GHz werd gebouwd en toonde veelbelovende karakterisitieken.

In juni was B. Robinson uit CSIRO gast bij de Stichting voor een periode van een maand. Hij slaagde erin een up-converter te bouwen voor de band 1.4 - 1.7 GHz. Met een uitgang frequentie van 5 GHz past het ontwerp uitstekend bij een eventueel multifrequentie frontend systeem, dat gebouwd zou worden rondom een gekoelde 5 GHz parametrische versterker. Met een versterking op 1400 MHz van 4 dB en een 50 K tweede trap, wordt de ruistemperatuur van het gekoelde systeem niet groter dan 35 K. Het behalen van de genoemde afstembaarheid vereist wel enige verstemming van de uitgang frequentie.

In 1973 werd het computer systeem in Westerbork uitgebreid met een HP 9600E real time systeem. Om het bestaande besturingssysteem te integreren in het zojuist genoemde dient een koppeling



Radiofoto van het radiostelsel M51 aan de hand van 21 cm continuum waarneemdata uit Westerbork, gemaakt met de nieuwe fotoplot.
Het negatief werd met een 192 x 192 punten raster opgebouwd.
Een 512 x 512 punten kaart wordt op een 13 x 11 cm negatief afgebeeld.

tussen de twee processors gerealiseerd te worden. De hardware voor deze koppeling werd dit jaar ontwikkeld en geïnstalleerd. Voor het testen van deze hardware zijn verschillende diagnostics geschreven.

Een eerste versie van de communicatie software wordt op het ogenblik getest. De definitieve vorm van de communicatie software is gedefinieerd en aan de HP2100A kant geschreven.

Aan de hand van een technische inspectie aan de telescopen te Westerbork werd besloten het numerieke besturingssysteem te verbeteren. Het grote aantal benodigde pointing correcties wordt aangebracht door middel van aan- en uit commando's, waardoor men het risico loopt vroegtijdige slijtage aan de tandwielen te krijgen. Het nieuwe uurhoek systeem zal gebruik maken van een snelheidsbesturing, waarmee aan de hand van de door de computer vergeleken bestemming en positie indicaties, de stuurfrequentie wordt berekend. Voor de declinatie blijft het systeem op hetzelfde principe (aan en uit) berusten, maar dit zal eveneens vanuit de computer verzorgd worden. Met dit systeem zal bovendien de positie nauwkeurigheid in beide coordinaten aanzienlijk vergroot worden.

4.2.5 Waarneem- en ontwikkelingsgroep Zon te Dwingeloo.

1. Algemeen.

De radiospectrografische waarnemingen konden eind 1972 provisorisch hervat worden met gebruikmaking van de 25 meter radiotelescoop. Veel installatiewerkzaamheden moesten echter nog in 1973 verricht worden. In tegenstelling met de opstelling te Nera is in Dwingeloo een gedeelte van de apparatuur in de buitenlucht opgesteld, direct achter de spiegel. Enkele daarmee verband houdende extra voorzieningen (temperatuurstabilisatie en afscherming tegen hoogfrequente storingen) kwamen door de omvang van de werkzaamheden nog niet gereed.

Een aanzienlijke vooruitgang in de waarnemingstechniek werd bereikt door het realiseren van de mogelijkheid tot gecalibreerde digitale registratie van spectra. De bewerking van de analoge registraties kon belangrijk verbeterd worden door de installatie van doka apparatuur voor het verwerken van rollen fotopapier.

2. De waarnemingen.

2.1. Inleiding.

De waarnemingsmogelijkheden waren in het verslagjaar beperkt doordat geen flexibel wisselbedrijf van zonne en andere ontvangers kon plaatsvinden. Hiertoe is nodig:

- de montage van een 4-poot montuur met speciale ontvangerdoos
- in het focus van de spiegel;
- een bijbehorende heftoren;
- andere h.f. oscillatoren in de spectrograaf.

De realisatie hiervan kwam in 1973 juist niet meer tot stand. De waarnemingstijden moesten daarom in blokken verdeeld en geruime tijd van te voren afgesproken worden. De trefkans van sporadische zonsactiviteit werd dan ook vrij klein (bijv. werd een periode van zonsactiviteit eind april gemist).

De waarnemingsmogelijkheden werden daarenboven beperkt door een langdurige onderhoudsbeurt van de telescoop (augustus

tot medio oktober) en de montage van de 4-poot montuur (eind november). Als gevolg hiervan kon een groot deel van de gezamelijke waarnemingen in het kader van het A.T.M. skylab-programma niet uitgevoerd worden en werden perioden van zonsactiviteit eind augustus/begin september en eind november/begin december gemist.

2.2 Waarnemingstijden.

De blokken waarneemtijd waren als volgt verdeeld:
2 - 15 januari (voornamelijk test en afregeling)
12 februari - 12 maart
2 mei - 18 juni
23 juli - 12 augustus
23 oktober - 28 november (m.u.v. 29, 30 en 31 oktober)
In totaal werden op 101 dagen zonswaarnemingen gedaan, gedurende in totaal 740 uur. Bovendien werden calibratiemetingen verricht gedurende 24 nachten.

2.3. Resultaten.

Behalve de factoren genoemd onder 2.1 was ook de afnemende zonsactiviteit er oorzaak van dat vrij weinig radiozonneverschijnselen werden geregistreerd. Het verkregen waarnemingsmateriaal bestaat vrijwel uitsluitend uit ruisstormen en Type III stoten. De digitale registraties waren in het bijzonder gericht op type III stoten.

Ten behoeve van een aantal observatoria en personen werden rapporten over de waarneemperioden verspreid, terwijl van daartoe in aanmerking komende fragmenten van de spectrograaffilm afdrukken werden gemaakt. Zowel te Utrecht als te Dwingeloo wordt de documentatie bijgehouden.

3. Instrumentele ontwikkelingen.

De technische werkzaamheden waren vooral gericht op het in bedrijf brengen van de radiospectrograaf. Zowel de nieuwe opstelling van verschillende onderdelen als de aanzienlijk verscherpte eisen ten aanzien van storingsonderdrukking en stabiliteit vanwege de gecalibreerde digitale registratie namen veel

tijd en aandacht in beslag. De registratie programmatuur werd voorzien van een rigoureuze storingsverwerpingsprocedure die bevredigend bleek te functioneren.

Ook in het komende jaar zal de apparatuur en de programmatuur nog veel aandacht behoeven voordat de spectrograaf optimaal zal kunnen functioneren.

De interferometrie, op de wijze als voorheen te Nera uitgevoerd, kon vanwege het hoge niveau van storing door TV zenders niet hervat worden, hoewel de ontvanger ervoor gereed kwam. Er zal een nieuwe storingsvrije frequentie gezocht moeten worden buiten het huidige bereik van de ontvanger.

De bouw van fluxmeters op 3 en 10 cm en van de daartoe bestemde telescoopopstelling vorderde goed.

4. Aanbevelingen.

De resultaten van de digitale registratie van type III stoten onderstrepen hoe belangrijk het is om een optimale gevoeligheid en stabiliteit van de spectrograaf te realiseren. Vooral uit de digitale polarisatiemetingen is het grote belang gebleken van een groot scheidend vermogen in tijd.

4.2.6 Centrale Technische Dienst.

De werkzaamheden van deze afdeling zijn in sterke mate vervlochten met het werk van alle andere afdelingen, in het bijzonder met dat van het laboratorium.

Een overzicht is dus eigenlijk al in de verslagen van de andere afdelingen te vinden en zal hier niet worden herhaald.

De zeer nauwe samenwerking -van een scheiding tussen de afdelingen is in de practijk nauwelijks iets merkbaar- met het laboratorium wordt als weldadig ervaren, zodat in het verslagjaar in een prettige sfeer is gewerkt. De samenwerking tussen de afdelingen heeft zich ontwikkeld tot een werkverdeling, waarin de technisch wetenschappelijke leiding vanuit het laboratorium en het totale technische management in toenemende mate vanuit de Centrale Technische Dienst wordt verzorgd.

Een project dat een afzonderlijke vermelding verdient is de constructie van een $3\frac{1}{2}$ m telescoop voor de zonwaarnemingen. Aan deze telescoop, die in 1974 zal worden geïnstalleerd, is door R.J.H. van 't Land een omvangrijke en voortvarende arbeid besteed.

Het lange uitblijven van de bouwvergunning voor de uitbreiding van het dienstgebouw in Dwingeloo bracht problemen voor de verhuizing van de instrumentmakerij van Leiden naar Dwingeloo in het verschiet. In de eerste plaats het aanknabbelen door inflatie van het voor aanschaffen van machines bestemde bedrag. Gelukkig -achteraf is gebleken dat het om prijsstijgingen van 15 à 20% is gegaan- stemde Z.W.O. er mee in de machines in afwachting van de bouwvergunning reeds in 1973 te bestellen.

In de tweede plaats het feit dat de instrumentmakerij te Leiden in juni 1974 het gebouw uit moet. Daar het er naar ging uitzien dat de bouw in Dwingeloo dan nog lang niet klaar zou zijn, zijn voorzieningen getroffen om de instrumentmakerij tijdelijk in de garage onder te brengen.

Tenslotte een probleem van bemanning. A.L.C. Heemskerk nam ontslag na het vinden van een uitstekende baan in Leiden, M. Pauw verhuisde in verband met het schooljaar in augustus naar Drenthe en aan het eind van het jaar kondigde W. Korner, die ook een heel goede betrekking in Leiden had gevonden, zijn ontslag aan.

Enige aanvulling kon worden gevonden door het aantrekken van een tijdelijke kracht, de heer Lekatompesy. Verder was de Leidse Sterrewacht zo vriendelijk assistentie te verlenen.

Uiteraard blijft de geografische scheiding een ernstige handicap.

Via een personeelsverschuiving door diverse afdelingen heen werd K. Brouwer, voorheen bedieningstechnicus in Westerbork, bij de C.T.D. aangesteld als electronisch technicus.

4.2.7 Het Bureau van de Stichting / Algemene Zaken.

Concentratie van de Stichting te Dwingeloo.

Werd in 1972 de Zonnegroep vanuit Kootwijk en Nederhorst den Berg waar zij jarenlang gastvrijheid genoot bij de P.T.T. overgebracht naar Dwingeloo, in 1973 werd het laboratorium vanuit Leiden gevoegd bij dat van Dwingeloo. Alle personeelsleden die wensten mee te gaan zijn inmiddels verhuisd naar Drenthe. Gelukkig kan gezegd worden dat de desbetreffenden hier allen zeer goed zijn gehuisvest en de gezinnen zich heel redelijk hebben aangepast aan hun nieuwe omgeving.

De voordelen van de samenvoeging van de beide laboratoria zijn inmiddels duidelijk gebleken. Er is een aanmerkelijk beter contact onderling in het laboratorium en met de Centrale Technische Dienst. Het gebruik van apparatuur en instrumenten verloopt veel gemakkelijker.
Als groot nadeel wordt vooral door de vanuit Leiden gekomen stafleden het gemis aan dagelijks informeel contact met de astronomen gevoeld. Juist door deze contacten werden in het verleden nieuwe ideeën geboren. Een vloeiend samenspel tussen astronomen en technici is van meer dan voldoende belang om de nodige zorg aan te besteden. Bezoeken over en weer juist tijdens het werk zijn uitermate zinvol bestede tijd!

Door gebrek aan ruimte is de Leidse instrumentmakerij nog steeds niet gevoegd aan die in Dwingeloo, een situatie die allerminst bevorderlijk is voor een efficiente wijze van werken. Er wordt naar gestreefd om deze Leidse medewerkers in de komende maanden via een noodoplossing in Dwingeloo te werk te stellen; als streefdatum wordt 1 juni 1974 aangehouden. Verschillende Leidse medewerkers hebben er de voorkeur aan gegeven niet mee te trekken naar het noorden, doch een andere baan te zoeken in of nabij Leiden. Gelukkig zijn zij hierin vrijwel allemaal uitstekend geslaagd. Hen wordt een voorspoedige toekomst in hun nieuwe betrekking toegewenst.

Personeelszaken.

Zoals hierboven vermeld verkozen diverse Leidse medewerkers in het westen te blijven. Dit en enige mobiliteit in de

Drentse groepen waren de oorzaak van nog al wat mutaties in het personeelsbestand. Van zich voordoende gelegenheden werd gebruik gemaakt om door middel van interne verschuivingen medewerkers in een beter passende functie te brengen.

Er werd in de afgelopen jaren doelbewust naar gestreefd om vrijkomende plaatsen in onze formatie te gebruiken voor versterking van onze software-mankracht. Met een Computergroep "in wording" is aan de indertijd geuite wensen thans tegemoet gekomen.

Reeds geruime tijd werd door Z.W.O. getracht verbetering aan te brengen in de afvloeiingsregeling voor het personeel in geval van onvrijwillig ontslag. Een kwestie die met de concentratie op de achtergrond sterk leefde onder het personeel. In juli jl. kon Z.W.O. ons mededelen dat er een regeling was getroffen overeenstemmende met die van kracht is voor het personeel in dienst van de overheid. Nadat de technische en rechtspositionele merites van de nieuwe afvloeiingsregelingen waren uitgewerkt, lichtte Z.W.O. onze personeelsleden in december jl. middels een persoonlijk schrijven in.

Aan het einde van het jaar werd het periodieke functiewaarderingsonderzoek met medewerking van de adviseurs van de Groningse R.U. op gang gebracht.

Financiën.

Gewoon Subsidie: Het subsidie voor 1972 werd met een positief saldo afgesloten.
Met behulp van per kwartaal opgestelde financiële overzichten werd een goed inzicht gehouden in de stand van de budgetposten van het subsidie 1973. Ook dit subsidie gaf aan het eind van het jaar een klein overschot te zien.

Investering Subsidie: De nuttige gegevens, die de kwartaaloverzichten van het gewoon subsidie verschaffen, waren aanleiding deze overzichten ook in te voeren voor de Investering Subsidieposten; zij zijn een goed gegeven bij het plannen van de aankopen en de andere bestedingen.

De ons voor 1974 gegunde subsidies zullen ons o.o.v. in staat stellen de voorgenomen werkzaamheden uit te voeren.

De per 1 januari 1974 ingevoerde maatregel om op aankopen met vrijstelling van invoerrechten wel B.T.W. te heffen, betekent een koopkrachtvermindering, tenzij alsnog een vorm van compensatie gevonden zou worden.

Administratie.

Het overbrengen van het Leidse laboratorium en de werkplaats naar Dwingeloo impliceert het concentreren van administratieve taken bij het Bureau. Dit en de taak van een regelmatige en goede informatieverstrekking omtrent de financiële stand van zaken aan de afdelingshoofden - zonder meer nodig voor een goede beleidsvoering - hebben het totale pakket van werkzaamheden wel doen toenemen. Er wordt dan ook gezocht naar arbeidsbesparende mogelijkheden zonder de kwaliteit van de te verschaffen informatie aan te tasten.

Bouwzaken.

Algemeen: Het aantal instanties betrokken bij het verkrijgen van toestemming om te kunnen bouwen is zo groot en de tijd die ieder nodig heeft zo lang, dat zelfs een geïnspireerde slak zich niet warm kan lopen in het tempo waarin de gehele goedkeuringsprocedure verloopt.

Bewakerswoning te Westerbork: Het aanwezig zijn van een bewaker op het terrein van de Sterrenwacht is één van de voorwaarden om de automatisering van de S.R.T. uit te voeren. Na drie jaren van voorbereiding werd december 1973 de toestemming verkregen om te bouwen. De aannemer is inmiddels begonnen en verwacht de woning zomer 1974 te zullen opleveren.

Gebouwuitbreiding Dwingeloo: De in 1972 door het Bestuur genomen beslissing om tot concentratie van Leidse afdelingen in Dwingeloo te komen bracht de noodzaak mede om meer werkruimte te creëren in Dwingeloo. De administratieve procedure tot het verkrijgen van toestemming om het gebouw te kunnen uitbreiden werd toen direct op gang gebracht. Deze procedure is nog steeds niet afgerond en de bouw dus niet begonnen. Het ruimtegebrek doet zich zeer sterk gevoelen, vooral voor de instrumentmakerij, die door zijn uitrusting en inrichting niet gemakkelijk in een andere tijdelijke ruimte kan worden ondergebracht. Deze situatie staat een efficiente werkuitvoering danig in de weg. De door de Leidse sterrewacht verrichte assistentie werd zeer gewaardeerd.

Het machinepark voor de te vergroten werkplaats is besteld en wordt in dit voorjaar afgeleverd.

Gebouwuitbreiding Westerbork: Tegen het einde van het verslagjaar werd een eerste aanzet gegeven tot een bescheiden uitbreiding van het gebouw in Westerbork; enkele werkkamers zullen worden toegevoegd.

Publiciteit.

Het aantal bezoekers aan de Sterrenwachten nam wederom toe. Het met zeer veel zorg aangelegde en in 1973 door Staatsbosbeheer geopende Melkwegpad heeft er toe bijgedragen dat vele wandelaars een kijkje kwamen nemen bij de Sterrenwacht te Westerbork.

Beide Sterrenwachten namen een groot aantal excursies voor scholieren en andere belangstellenden voor hun rekening.

In het kader van een werkbezoek aan de provincie Drenthe bezocht het prinselijk echtpaar in september jl. de Sterrenwacht Westerbork.

Het totaal aantal bezoekers aan Dwingeloo en Westerbork bedroeg $\pm$ 4000. Een populair geschreven folder beoogde hen zo goed mogelijk voor te lichten over de Stichting.

De film over de Radiosterrenwacht Westerbork "Voorbij het Verleden" werd dit jaar door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen in de roulatie gebracht. Onze medewerkers werden in de gelegenheid gesteld de premières te Assen en Amsterdam bij te wonen.

4.2.8 Personeelsraad.

Belangrijke punten van het afgelopen jaar waren:

a. Concentratie van de Stichting in Dwingeloo.
b. Afvloeiingsregeling.
c. Problemen voorafgaande aan de reorganisatie in Westerbork.

Nu de concentratie in Dwingeloo nagenoeg voltooid is, kunnen we achterom ziende constateren dat deze bevredigend is verlopen. Vooral de afvloeiingsregeling, die nu parallel loopt met de Rijkswachtgeldregeling, is in onze ogen een belangrijke stap vooruit op het gebied van onze rechtszekerheid.

Dit neemt niet weg dat een en ander verbeterd moet worden. De positie van de Personeelsraad in de Stichting dient opnieuw kritisch bekeken te worden.

De meegegeven bevoegdheden van de personeelsvertegenwoordigers dienen opnieuw in discussie gebracht te worden. Ook het overleg met de Werkgroep is voor verbetering vatbaar. Taken genoeg om ons dit komende jaar mee bezig te houden.

5. PUBLIKATIES EN RAPPORTEN.

5.1 Publikaties.

R.J. Allen, R.D. Ekers, B.F. Burke and G.K. Miley.
Properties of the radio continuum emission from interacting galaxies.
Nature, 241, 260.

R. J. Allen, W.M. Goss and H. van Woerden.
The giant spiral galaxy M101. I. A high resolution map of the neutral hydrogen.
A. and A. 29 (1973), 447.

R. J. Allen and W.T. Sullivan III.
Observations at 1415 MHz of radio sources in the field of the double-galaxy system NGC 2798/99.
A. and A. 25 (1973), 187 - 190.

J.W.M. Baars.
The measurement of large antennas with cosmic radio sources.
IEEE Trans. Antennas & Propagation, AP-21, no. 4, 461-474.

J.W.M. Baars, J.F. van der Brugge, J.L. Casse, J.P. Hamaker, L.H. Sondaar, J.J. Visser and K.J. Wellington.
The Synthesis Radio Telescope at Westerbork.
Proc. IEEE, 61, no. 9, 1258-1266.

J.W.M. Baars and H.J. Wendker.
The radio continuum emission of the OH/IR-source ON-4.
Astrophysical Letters 13 (1973), 139-141.

L.L.E. Braes and G.K. Miley.
Radio observations of X-ray sources.
IAU Symp. No. 55, 86.

L.L.E. Braes, G.K. Miley, W.W. Shane, J.W.M. Baars and W.M. Goss.
Westerbork and Effelsberg observations of Cygnus X-3.
Nature Phys. Sci., 242, 66.

W.N. Brouw and J.D. O'Sullivan.
The computer reduction of F.S.T. observations.
Proc. IREE, Vol. 34, No. 8, pp. 341-346.

A.G. de Bruyn.
A high sensitivity search for radio emission from young extragalactic supernova remnants at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 26, 105.

B.F. Burke and G.K. Miley.
Observations of radio emission from interacting galaxies at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 28, 379.

C. Caroubalos, M. Pick, H. Rosenberg and C. Slottje.
A high resolution study in time, intensity and frequency of a radio event on January 14, 1971.
Solar Physics 30, 473.

A.L. Carrigan, J.P. Castelli, Ø.Elgarøy, A.D. Fokker, H. Scheerer, H. Urbarz and Y. Leblanc.
Solar radio burst activity on June 13 and 14, 1970, associated with McMath plage region number 10789.
Proc. third Meeting of CESRA, ed. J. Delannoy and F. Poumeyrol, Bordeaux 1973, p. 94.

C. Chiuderi, R. Giachetti and H. Rosenberg.
Nonlinear wave coupling in type IV solar radio bursts.
Solar Physics 33, 225.

R.D. Ekers.
Upper limits to the 21-cm continuum radiation from two magnetic white dwarfs.
A. and A. 22 (1973), 309-310.

R.D. Ekers, R.J. Allen and J.R. Luyten.
Interactive processing of map data produced by super synthesis radio telescopes.
A. and A. 27 (1973), 77-83.

R.D. Ekers and J.A. Ekers.
A survey of elliptical galaxies at 6 cm.
A. and A. 24 (1973), 247.

R. Fanti, L. Formiggini, C. Lari, L. Padrielli, J.K. Katgert-Merkelijn and P. Katgert.
A statistical investigation of the properties of quasars.
Astron. and Astrophys., 23, 161.

I. Fejes and P.R. Wesselius.
The large-scale distribution of low-velocity hydrogen gas at high galactic latitudes.
A. and A. 24 (1973), 1-13.

A.D. Fokker.
Peculiar finestructures in solar radio spectra of type IV emission.
Proc. first European Astronomical Meeting, 1972, Vol. 1, p. 112.

A.D. Fokker.
Unusual burst activity associated with McMath region 10789 on June 13 and 14, 1970.
Proc. first European Astronomical Meeting, Berlin 1973.

W.M. Goss, R.J. Allen, R.D. Ekers and A.G. de Bruyn.
Variable radio emission from the extragalactic supernova 1970 g in M101.
Nature Phys. Sci., 243, 42.

W.M. Goss, L.E.B. Johansson, J. Elldér, B. Höglund, N-Q-Rieu and A. Winnberg.
Extended OH emission at 1720 MHz.
A. and A. 28 (1973), 89.

W.M. Goss, U.J. Schwarz and P.R. Wesselius.
The distance to Tycho's supernova (3C10) and the nature of 3C58.
A. and A. 28 (1973), 305.

F.P. Israel, H.J. Habing and T. de Jong.
Aperture-synthesis observations of H II regions. I. A group of H II regions around $l = 111^{o}$.
Astron. and Astrophys., 27, 143.

R.H. Harten.
Beam Characteristics of the 300-ft telescope.
A.J., 78, 565, 1973.

A.N.M. Hulsbosch.
Studies on high-velocity clouds.
Doctor's thesis R.U. Leiden.

A.N.M. Hulsbosch and J.H. Oort.
Note on Verschuur's article on high-velocity clouds and "normal" galactic structure.
Astron. and Astrophys., 22, 153.

W.J. Jaffe and G.C. Perola.
Dynamical models of tailed radio sources in clusters of galaxies.
Astron. and Astrophys., 26, 423.

P. Katgert, J.K. Katgert-Merkelijn, R.S. Le Poole and H. van der Laan.
A first 1415 MHz survey with the Westerbork synthesis radio telescope: An attempt to detect radio emission from quasi stellar objects.
Astron. and Astrophys., 23, 171.

P.C. van der Kruit.
High-resolution radio continuum observations of bright special galaxies in an optically complete sample at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 29, 231.

P.C. van der Kruit.
Further high-resolution radio continuum observations of bright spiral galaxies at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 29, 249.

P.C. van der Kruit.
High-resolution radio continuum observations of bright spiral galaxies at 1415 MHz: a general discussion.
Astron. and Astrophys., 29, 263.

J. Kuijpers.
A possible generating mechanism in intermediate drift bursts.
Proc. third Meeting of CESRA, ed. J. Delannoy and F. Poumeyrol, Bordeaux 1973, p. 130.

H. van der Laan and G.K. Miley.
Extragalactic radio astronomy 1969-1972.
Transaction of the I.A.U., Vol. XV A, Reports on Astronomy, pp. 622-635.

H.E. Matthews, W.M. Goss, A. Winnberg and H.J. Habing.
Compact H II regions near the OH source ON-2.
Astron. and Astrophys., 29, 309.

G.K. Miley.
Brightness and polarization distributions of head-tail galaxies at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 26, 413.

G.K. Miley and H. van der Laan.
The polarization distribution of eleven 3C radio galaxies at 1415 MHz.
Astron. and Astrophys., 28, 359.

J.H. Oort.
On the problem of the origin of spiral structure.
Mitt. Astr. Ges., Nr. 32, 15.

M.S. Roberts and A.H. Rots.
Comparison of rotation curves of different galaxy types.
A. and A. 26 (1973), 483.

D.H. Rogstad, G.S. Shostak and A.H. Rots.
Aperture synthesis study of the neutral hydrogen in the galaxies NGC 6946 and IC 342.
A. and A. 22 (1973), 111.

J. Rosenberg.
Modes of coronal instability.
Proc. third Meeting of CESRA, ed. J. Delannoy and F. Poumeyrol, Bordeaux 1973, p. 49

J. Rosenberg.
Instabilities in the solar corona.
thesis Univ. of Utrecht, 1973.

S.C. Simonson and R. Sancisi.
A survey of neutral hydrogen in low galactic latitudes between $l = 356^{o}$ and 24^{o}. II. Atlas of 21 cm hydrogen-line profiles and contour maps.
Astron. and Astrophys. Suppl., 10, 283.

C. Slottje.
First results of digitally recorded radiospectra with the 60 channel radiospectrograph.
Proc. third Meeting of CESRA, ed. J. Delannoy and F. Poumeyrol, Bordeaux 1973, p. 159.

C. Slottje.
Finestructure in spectra of solar radiobursts.
in A. Mangeney (ed.), Plasma physics and solar radio astronomy, Meudon 1973, p. 245.

C. Slottje.
A new site for the solar radio observations in the Netherlands.
Proc. third Meeting of CESRA, ed. J. Delannoy and F. Poumeyrol, Floirac 1973.

T.A.Th. Spoelstra.
Galactic loops as supernova remnants in the local galactic magnetic field.
Astron. and Astrophys., 24, 149.

R.G. Strom.
Radio source depolarization, size and cosmology.
Nature Phys. Sci., 244, 2.

R.G. Strom.
Faraday depolarization of radio galaxies and quasars with simple spectra.
Astron. and Astrophys., 25, 303.

R.G. Strom and R.M. Duin.
A high resolution 21 cm continuum study of the supernova remnants 3C10 (Tycho's supernova remnant) and 3C461 (Cas A).
Astron. and Astrophys., 25, 351.

J.D. O'Sullivan and W.N. Brouw.
Phase and gain calibration of the F.S.T.
Proc. IREE, Vol. 34, No. 8, pp. 347-352.

J.D. O'Sullivan, R.H. Frater, K.S. Imrie and J.L. Casse.
The F.S.T. tracking system.
Proc. IREE, Vol. 34, No. 8, pp. 319-325.

A. Watkinson, K.J. Wellington, R.H. Mondel, M. Harwood and C.E. Peterson.
The antenna system for the F.S.T.
Proc. IREE, Vol. 34, No. 8, pp. 314-318.

K.W. Weiler.
The synthesis radiotelescope at Westerbork. Methods of polarization measurement.
A. and A. 26 (1973), 403-407.

K.J. Wellington, G.K. Miley and H. van der Laan.
High-resolution map of NGC 1265.
Nature, 244, 502.

H.J. Wendker, J.W.M. Baars and W.J. Altenhoff.
Detection of radio emission from P Cygni.
Nature Phys. Sci., 245, 22 October 1973, p. 118-119.

P.R. Wesselius.
Neutral hydrogen in the solar neighbourhood.
Proefschrift 1973, Rijksuniversiteit te Groningen.

P.R. Wesselius.
Intermediate negative velocity gas around $l = 238^{\circ}$, $b = +75^{\circ}$.
A. and A. 24 (1973), 35-39.

P.R. Wesselius and I. Fejes.
Intermediate negative velocity neutral hydrogen at $b \geq +150^{\circ}$.
A. and A. 24 (1973), 15-34.

G. Westerhout, H. Wendlandt and R.H. Harten.
A method for accurately compensating for the effects of the error pattern of the NRAO 300-ft radio telescope at 21-cm wavelength.
A.J. 78, 569, 1973.

A. Winnberg, H.J. Habing and W.M. Goss.
Compact radio source associated with the OH source ON-1.
Nature Phys. Sci., 243, 78.

H. van Woerden and H.C.D. Visser.
Neutral hydrogen and related problems.
Reports on Astronomy (C. de Jager, ed.), Trans. IAU XV A, 495-505.

I. Fejes.
Proefschrift, Eötvös Universiteit, Budapest.

W.M. Goss, N.Q. Rieu, A. Winnberg.
Microwave characteristics of OH 0739-14 and the planetary nebula NGC 2438.
A. and A. 29, 435 - 439.

U.J. Schwarz, D.J. Cole, D. Morris.
Synthesis observations of Southern radio sources at 1410 MHz with the Parkes interferometer.
1. Instrument, reduction and preliminary results.
Austr. J. Phys. 26, 661 - 673.

W.T. Sullivan III.
Microwave water-vapour emission from galactic sources.
Ap. J. Suppl. 25, 393 - 432 (no. 222).

W.T. Sullivan, D. Downes.
Line and continuum synthesis of W3.
A. and A. 29, 369 - 375.

5.2. Internal Technical Reports.

No.	Date	Author	Title
108	Febr. '73	J.P. Hamaker	The calibration cable phase measuring system.
109	Febr. '73	J.P. Hamaker	The Stray Compensation System in the Calibration Cable Phase Measuring Receiver.
110	Febr. '73	J.P. Hamaker	Decomposition of a redundant set of interferometer measurements into individual telescope contributions.
111	April '73	J.P. Hamaker	Processing of the phase calibration signals in the main receiver.
112	May '73	H.W. van Someren Gréve	The calibration program for the Synthesis Radio Telescope. Part XI.
113	June '73	K.W.C. Lugtenborg	Thermal properties of the 6/50 cm frontend.
114	Sept. '73	H.J. Habing, A. Winnberg	Astronomical justification for a survey of OH emission sources at 18 cm with the Dwingeloo telescope.
115	Oct. '73	Allen, Hamaker, Wellington	The 80-channel filter spectrometer for the SRT.
116	Nov. '73	Bos, Hidding	A photo plot system for the representation of Westerbork data.
117	Nov. '73	Weiler, Van Someren Gréve, Piersma	21 cm primary beam properties of the Westerbork Synthesis Radio Telescope.
118	Nov. '73	Hoekema, Jaffe	Tape handling for map photo's
119	Nov. '73	Bos	The design of the hardware required for the prints rotation system for the SRT.
120	Nov. '73	Harten, Brotherhood	The SRT reduction programs: Review of input data card preparation.
121	Nov. '73	Harten	The SRT reduction programs: Using the clean method.
122	Nov. '73	Harten	The SRT reduction programs: The slow Fourier transform program.

No.	Date	Author	Title
123	Nov. '73	Hamaker	An investigation of instrumental effects in the SRT with the aid of the phase calibration system.
124	Dec. '73	Hoekema, Shane	Two dimensional cross sections.

5.3. Notes.

No.	Author	Title
124	E. Raimond	Tape Read and Reproduction Program for P9202 (Description and operators manual).
125	A. Bos, A. Doorduin, H. Grit	5000 General Digital Correlator Hardware Description. Part III: The low speed counter card.
126	A. Bos, A. Doorduin, H. Grit	5000 General Digital Correlator Hardware Description Part II: The high speed counter card.
127	G.K. Miley, R.S. Le Poole, R.D. Ekers	Extension of SRT with fixed of movable telescopes?
128	A. Bos	Enige aantekeningen betreffende het maken van tekeningen voor digitaal werk (een pogen tot normalisatie).
129	B.A.P. Schipper	De oktober ruismetingen.
130	P. Eigenraam, A.R. Mollema	Breedband step recovery diode frequentie vermenigvuldiging.
131	C. Slottje	Zonnehuis: Klimaatregeling Geluidsbelasting waarneemzaal in Zonnehuis.
132	J.L. Casse	Saturation Level for the SRT Analog Backend.
133	A. Bos, A. Doorduin, H. Hidding	The 5000 channel digital correlator hardware description Part I: The correlator card.
134	J.P. Hamaker	LO1-LO2 interference in the "retrofit" frontends.
135	J.W.M. Baars	Verslag van een bezoek aan Australië.
136	K.W. Weiler, A.S. Wilson	WX7: A partial study of the 6 cm primary beam properties of the Westerbork Synthesis Radio Telescope.
137	A. Bos, A. Doorduin	The 5000 channel digital correlator hardware description. Part IV.
138	A. Bos, A. Doorduin	The 5000 channel digital correlator hardware description. Part V.
139	A. Bos, A. Doorduin	The 5000 channel digital correlator hardware description. Part VI.

No.	Author	Title
140	L.H. Sondaar, A.C. Hin	Storingsonderzoek op 30 oktober 1973.
141	C. Slottje	Plaats van de 3,5 m telescoop.
142	A. Bos	A general purpose multiplexing system. A standarisation of the way of interfacing equipment to the data processing systems available in the NFRA.
143	W.N. Brouw	Some thoughts on aperture synthesis celestial positions.

6. Bijdragen aan I.A.U. General Assembly/Symposia, Australië 1973.

I.A.U. General Assembly.

J.W.M. Baars (met H.J. Wendker, Hamburg en W. Altenhoff, Bonn).
Detectie van radiostraling van de ster P. Cygni.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

R.D. Ekers (with W.M. Goss and R.J. Allen).
Radio observations of Supernova 1970g in M101.
Joint Discussion on Outer Layers of Novae and Supernovae.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

R.D. Ekers.
Review of the application of the CLEAN procedure in synthesis data reduction.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

R.D. Ekers (with K.W. Weiler, E. Raimond and K.J. Wellington).
A test of General Relativity by means of measurement of solar gravitational microwave deflection.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

R.D. Ekers.
What are radio galaxies?
I.A.U. General Assembly, Sydney.

R.D. Ekers.
A two-element interferometer for student instruction.
I.A.U. General Assembly.

H.J. Habing (also on behalf of A. Winnberg and W.M. Goss).
Detection of continuum radio emission from NML Cyg.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

H.J. Habing (also on behalf of D. George and M. Kaftan-Kassim).
Aperture synthesis of planetary nebulae.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

H.J. Habing.
Compact H II regions.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

G.K. Miley (also on behalf of L.L.E. Braes).
Westerbork observations of Sco X-1.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

M. Kuperus.
The next decade of theoretical solar physics.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

H. van Woerden.
High-velocity gas (Invited review).
I.A.U. General Assembly, Sydney.

H. van Woerden (with R.J. Allen and W.M. Goss).
Spiral structure of neutral interstellar hydrogen in the galaxy M101.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

H. van Woerden (with A.H. Rots, U.J. Schwarz and W.W. Shane).
Distribution and motions of neutral hydrogen in the spiral galaxy M81 and in the peculiar barred spiral NGC 3718.
I.A.U. General Assembly.

H. van Woerden.
Westerbork Programs in the 50-cm continuum.
I.A.U. General Assembly, Sydney.

Symposia.

C. Zwaan.
On the relation between moving magnetic features and the decay/rates of sunspots.
I.A.U. Symp. no. 56, Surfers Paradise.

J. Rosenberg.
Finestructure in type IV solar radio bursts.
I.A.U. Symp. no. 57, Surfers Paradise.

J. Rosenberg and C. Slottje.
High resolution study of type III solar radio bursts.
I.A.U. Symp. no. 57, Surfers Paradise.

R.J. Allen, W.M. Goss, R. Sancisi, W.T. Sullivan III and H. van Woerden.
Some results from high-resolution studies of neutral hydrogen in NGC 5383 and M101.
I.A.U. Symp. no. 58, Canberra.

R.D. Ekers.
Radio frequency observations of the nuclei of galaxies.
I.A.U. Symp. no. 58, Canberra.

G.K. Miley. (also on behalf of H. van der Laan and K.J. Wellington).
Westerbork observations of head-tail galaxies.
I.A.U. Symp. no. 58, Canberra.

J.H. Oort.
Recent radio studies of bright galaxies.
I.A.U. Symp. no. 58, Canberra.

J.W.M. Baars. (met H.J. Wendker, Hamburg).
High resolution radio observations of a giant H II-region in Cygnus.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

L.L.E. Braes.
Radio observations of stellar sources.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

H.J. Habing. (on behalf of F.P. Israel).
H II regions in M 33.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

H.J. Habing (on behalf of R.M. Duin, R.G. Strom and H. van der Laan)
Westerbork observations of the Galactic Supernova Remnants IC 443 and Tycho.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

J.H. Oort.
The galactic centre.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

R. Sancisi.
Expanding shells of neutral hydrogen as birth-place of stellar associations.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

H. van Woerden (with U.J. Schwarz).
Properties of neutral-hydrogen clouds.
I.A.U. Symp. no. 60, Maroochydore.

7. ENGELSE SAMENVATTING/*ENGLISH SUMMARY*

The intention of this summary is to make this Annual Report useful for english speaking readers. First of all the highlights of the year 1973 are presented. This is followed by some suggestions which will make the tabular material in this Annual Report accessible. We begin with a translation of the table of contents.

T A B L E O F C O N T E N T S.

		page
	Foreword	
	Summary report	1
1.	ORGANISATION	8
1.1	Board	8
1.2	Committees	8
1.3	Management	9
1.4	Personnel council	10
2.	PERSONNEL	11
2.1	Bureau of the Foundation	11
2.2	Radio Observatory Dwingeloo	11
2.3	Telescope Group Dwingeloo	11
2.4	Central Technical Services	11
2.5	Laboratory	12
2.6	Radio Observatory Westerbork	13
2.7	Telescope Group Westerbork	13
2.8	Computer Group	14
2.9	Guest Research-Fellows	15
2.10	Work-students	15
3.	FINANCES	16
3.1	Definitive statement of the Operating Subsidy 1972	16
3.2	Tentative statement of the Operating Subsidy 1973	16
3.3	Operating Subsidy 1974	17
3.4	Investment Subsidies	17
3.5	Special Subsidy for S.R.T. extension 1974	17

		page
4.	REPORTS	18
4.1	Astronomical reports	18
4.1.1	Research at Leiden Observatory with radio telescopes of the Foundation	18
4.1.2	Research at the Astronomical Laboratory "Kapteyn" at Groningen with the radio telescopes of the Foundation	35
4.1.3	Research at Utrecht Observatory by means of observations acquired with Foundation instruments	60
4.1.4	Astronomical research of Foundation staff	69
4.2	Departmental reports	74
4.2.1	Telescope Group Westerbork	74
4.2.2	Telescope Group Dwingeloo	90
4.2.3	Reduction Group N.F.R.A.	95
4.2.4	Laboratory	99
4.2.5	Solar Observing and Development Group at Dwingeloo	113
4.2.6	Central Technical Services	116
4.2.7	The Bureau of the Foundation/General Affairs	118
4.2.8	Personnel Council	122
5.	PUBLICATIONS AND REPORTS	123
5.1	Publications	123
5.2	Internal Technical Reports	131
5.3	Notes	133
6.	CONTRIBUTIONS AT THE GENERAL ASSEMBLY AND SYMPOSIA OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION	135
7.	ENGLISH SUMMARY	139
8.	ADDRESSES	148

The Netherlands Foundation for Radio Astronomy in 1973.

The Foundation for Radio Astronomy is, on the eve of its silver anniversary on April 23, 1974, in a flourishing state. The Synthesis Radio Telescope at Westerbork is an instrument which is unrivalled with respect to observing speed and sensitivity. Astronomers from Dwingeloo, Groningen, Leiden and from abroad use the telescope for research at 3 wavelengths in the continuum and in 3 spectral lines, investigations which span the range from our sister planets to the structure and evolution of the universe. The results of this research program were among the highlights of the large international meetings this year. Meanwhile the Foundation gives form to its future. This Annual Report is witness to present activity and coming developments.

The Synthesis Radio Telescope.

The Synthesis Radio Telescope (SRT) consists of 10 steerable parabolic reflectors of 25 m diameter, at mutual distances of 144 meters on an east-west-line and 2 reflectors, which are movable over a 300 meter rail along the same line. The 12 reflectors together form 20 interferometers, which can measure the intensity and polarization of continuum radiation at three wavelengths (6, 21 and 50 cm). At λ 21 cm one measurement of 1 to 4 times 12 hours provides the brightness distribution within a field on the sky of approximately one degree in diameter, with an angular resolving power of half an arcminute; at other wavelengths the field and the resolution are proportionally greater or smaller. The special characteristics of the SRT enable an intensity contrast of several hundreds to be bridged. Fields with complex brightness distribution require 2 or 4 times 12 hours; in simpler cases a one time 12 hours observation (or even less) suffices.

The spectral line of neutral hydrogen at 21 cm wavelength can be measured with 10 interferometers at 8, slightly different, frequencies simultaneously. A complete synthesis of the hydrogen distribution in a stellar system of one degree in diameter requires 8 to 16 times 12 hours of observations; that provides a complete picture of the motions of the gas, with a resolution of 25 km/s in velocity (and again a one half arcminute in angular resolution). The same receiver can be used to determine the structure and motion in regions where the hydrogen gas is

predominantly ionized. In 1972 the SRT had a first with the synthesis measurement of the recombination line at 1425 MHz, in 1973 of the line at 5009 MHz.

Seven months of this year were spent on observations in the continuum at 6 cm. The receiver which came into operation in October 1972 performs very satisfactorily. The smaller field size at this wavelength (approximately 15 arcminutes) sets very stringent requirements to the pointing accuracy of the reflectors. After long and arduous work an accuracy of 0.3 arcminutes came within reach.

The 50 cm receiver came into operation in July 1973 and was used for $3\frac{1}{2}$ month of the year. Strong television transmitter interference forced us to incorporate filters and that delayed the work at this wavelength. The observations of the summer and autumn of 1973 have yielded beautiful results, although further suppression of interference remains necessary. The cooperation of the dutch Postal Services is gratefully acknowledged here.

The hydrogen linereceiver, which acquired a large quantity of data in 1973, was used only briefly this year. The 21 cm continuum receiver was used in December with a noise temperature decreased from 250 K to 160 K, that is an increased sensitivity equivalent to an observing time gain of a factor $2\frac{1}{2}$.

In spite of frequent receiver changes the Telescope Group attained a very high efficiency: the SRT was used for observations 79% of the time, of which 60% is for astronomical programs and 19% for calibrations.

Some astronomical results.

The report of the Telescope Group tabulates some one hundred projects, for which observations were carried out in 1973. The Program Committee was kept busy with the critical evaluation, coordination and time allocation for these programs. For tens of other projects, observed in 1971 and 1972 the analysis and discussion continued to progress. In the publication list there are found some sixty articles, of which more than thirty are based upon observations in Westerbork and about ten on work in Dwingeloo of earlier years, while another ten relate to solar radio research and another ten are based upon data acquired abroad. The astronomical reports in chapter 4 provide a very brief summary of this research. Here we can mention only a few highlights.

The measurement of recombination lines appears of great importance for the physical study of ionized gas clouds (H II regions); the first synthesis result went to press. Very attractive, detailed maps of young H II regions were obtained in the continuum at 21 and 6 cm; these will relate such regions to the process of starformation. Equally beautiful are the maps of intensity and polarization distribution of a number of supernova remnants.

Attemps to detect radio emission from supernovae in other galaxies were thus far unsuccessful. The detection at Westerbork of the 1970 supernova in M101 came as a surprise therefore, which is not yet fathomed theoretically.

The active galaxies with long radio tails already attracted much attention last year. New observations at λ 6 cm revealed a number of knots in the dubble tail of NGC 1265, which undeniably witness to repetitive explosions in the past.

The measurement carried out in October 1972 to determine the deflection of radio emission in the gravitational field of the sun lead to a result (96+5% of Einstein's prediction), more accurate than that of all previous measurements but not sufficient to decisively choose between theories of Einstein and others. In October 1973 the measurements were repeated, this time at two wavelengths simultaneously; this will hopefully double the accuracy.

These and other results belonged to the highlights at the triennial Assembly of the International Astronomical Union held at Sydney in 1973 and at the Symposia concerned with the Formation and Dynamics of Galaxies (Canberra) and with Galactic Radio Astronomy (Maroochydore). Extragalactic astronomy is now decisively influenced by Westerbork research; eminent optical astronomers are expressing their interest in close cooperation.

International cooperation.

The radio programs are themselves often carried out in close cooperation with foreign colleagues. The large reflectors in Effelsberg (Germany, 100 meter) and Green Bank (USA, 91 meter) provide information for continuum wavelengths, and the 25 meter dish at Onsala (Sweden) for the observations of molecules, in which it is specialized. Equally important is the completion of our SRT measurements with the baselines

of 0 and 18 meters, obtained at Green Bank, Jodrell Bank or Cambridge (England); this because we measure baselines from 36-1458 meters only. Of great value also is the exchange of know-how which is realized by participating in eachother's observing programs and by working visits to eachother's institutes. Radio astronomy is a truly international science!

The other departments of the Foundation.

The smooth progress of research with the Synthesis Radio Telescope is very demanding on the computer hardware and software. The Reduction Group of the Foundation, using the machines of the Central Computing Institute of Leiden University, took care of the calibrations, the corrections, the Fouriertransforms and many other operations for the growing flux of observations. In addition the Group provided new programs for the treatment of new types of measurements. The increasing importance of this type of work led to the formation of a Computer Group, which in addition to the Reduction Group at Leiden includes personnel from Dwingeloo and Westerbork. Dr. W.N. Brouw is head of the Group. The astronomical analysis of the maps produced by the Reduction Group often require rather advanced software. The radio astronomical groups at Groningen and Leiden have extended and refined their software packages. Equally vital are the contributions of the Laboratory and Central Technical Services. The Laboratory Group from Leiden was combined with that in Dwingeloo during 1973; the instrument makers cannot go to Dwingeloo till 1974 due to lack of work space. This concentration markedly improves efficiency.

The Solar work,which until then enjoyed the hospitality of the PTT at the Radiostations Kootwijk (development) and NERA (observations), already moved to Dwingeloo in 1972. This year the personnel of the Solar Working Group was integrated in the Dwingeloo groups (Telescope, Laboratory and CTS). In 1973 the Solar Group received the major part of observing time with the 25 meter Dwingeloo reflector. The replacement of the tripod with a quadrupod construction in the autumn of 1973 and the further modernization of this telescope, soon to be completed, will make possible more frequent switches between solar and (extra-) galactic research.

A possibility to register the signal strength received with the 60 channel spectrograph, digitally, has been very valuable. An interesting

result was a discovery of a very characteristic behaviour of polarization in some type III bursts. This result has important consequences both for the observing technique and for the theoretical interpretation: sampling frequencies of 200 Hz and measurement of very low intensity contrasts appear fully worth the efforts.

The detailed structure in type IV bursts observed with the solar spectrograph met with a lot of interest during international meetings and foreign visits. The theoretical work was strongly inspired by these phenomena and the pleasing progress in their interpretation.

The future of our solar research must be based on international cooperation. A working group is developing plans for the construction of a microwave-heliograph for instantaneous imaging of the sun with high resolution in the context of CESRA (Committee of European Solar Radio Astronomers).

Plans for the future.

Meanwhile the Foundation builds on its future over a broad front. The Laboratory Group is developing more sensitive and more flexible receivers, suited for a wider spectral range. Of the second generation 21 cm receivers for Westerbork two prototypes were tested and installed on the movable telecopes; they have a system noise of 100 K, compared to 250 K for the first generation. The whole series will be completed in 1974. Work is proceeding rapidly on the third generation frontends (cryogenically cooled). An autocorrelation system for 5120 channels is well advanced and will become operational in 1975. This system will much enhance the observing speed in the hydrogen line and in other lines as well as provide a much better velocity resolution.

In addition to improvement of sensitivity and enlargement of the spectral range, a better angular resolution is required for the SRT. In April 1973 the Foundation proposed to ZWO to realize this latter goal by means of extending the Synthesis Telescope with two new reflectors, of the same design as the existing ones, to be placed on a pair of rails 150 meters long, 3 km west of the existing rails. Thus the baseline length will be doubled and the imaging definition of the telescope improves by a factor 2 (in every direction on the sky, and also in the linear resolution of the objects observed), with the observing speed unaffected. Moreover this extension will greatly enlarge the number of objects accessible

for adequate observation. A suitable intermediate phase is acquired by temporarily placing the two new reflectors on the existing rail; the SRT will thus become twice as fast and as sensitive as it is presently. A special international Advisory Committee, consulted by ZWO for this extension proposal,submitted a very favourable report. Subsequently the ZWO-Board approved the proposal and submitted it tot the Ministry of Education and Science. The Foundation for Radio Astronomy hopes for a favourable decision, which will enable Netherlands astronomers, given this relatively modest additional investment, to continue frontline radio astronomical research into the nineteeneighties.

In conclusion.

The Rinia-vacancy in the Board was filled in the course of 1973 by Dr. K. Teer, director of the Physics Laboratory of Philips. We welcome him most sincerely.

In this context the Board gladly expresses its thanks to all coworkers, within the Foundation and in the University Astronomical Institutes, for their efforts in 1973. Also, in particular, to ZWO, which made our work possible this year and which will, assuredly, forcefully support our further development.

Guide to the remainder of this Annual Report.

Chapter 1, 2 and 3 of this Report can be read without language difficulties. This also goes for chapter 5 to 8, which contain factual information concerning publications, technical reports and list the addresses of those concerned in some way with the activities of the Foundation. Chapter 4 is the heart of the Report, for it contains both the astronomical and technical reports of work done in 1973. Here follow a few suggestions which will enable english speaking readers to consult these dutch language reports with some success.

The astronomical reports. - It is not difficult, because astronomical language is quite universal, to find which research subject the different sections of these reports deal with. Thus the reader will find from the names of astronomers mentioned in these subsections, who is working on which programs. By consulting the figures, the names of objects

studied and the publication list in chapter 5, a quite informative impression can be gained.

Departmental reports. - These reports contain information on the activities of each group within the Foundation. Of prime interest to the reader will be the complete overview of the way in which the Synthesis Radio Telescope was used and the astronomical programs which were carried out. All this information is available in the form of tables at the end of subsection 4.2.1. Table 1 lists the chronological overview of telescope use in 1973; table 2 gives the percentages of the available time spent on different modes of operation; in table 3 a complete listing is provided of all programs, indicated by a very brief title, giving the surnames of the observers involved and the total number of hours spent on the program. This table is subdivided by wavelengths. The report of the Reduction Group, 4.2.3, ends with a table giving the total number of jobs handled and the computer time spent in reducing Westerbork and Dwingeloo data. The costs in guilders are nominal computing centre costs without overhead. They are not in fact charged.

Much of the work done in the Laboratory, which is reported in 4.2.4, finds its way into the Internal Technical Reports. These are listed in 5.2 and are nearly all written in english. They are available upon request; these requests should be directed to: Librarian, Radio Observatory, Dwingeloo, the Netherlands. The publications listed are those which appeared in the 1973 issues of the journals. Requests for reprints should be sent directly to the authors at their respective institutes. The Foundation does not have a large reprint mailing list; we do regularly distribute preprints to approximately 50 institute libraries. These preprints are distributed only at the request of the authors and as such do not constitute a complete series of work accepted for publication. Copies of this Annual Report may be requested by writing to the Bureau, Radio Observatory, Dwingeloo, the Netherlands.

8. Adressen van leden van Bestuur, Commissies en Werkgroep; Stafleden en Astronomen betrokken bij het Stichtingswerk.

Dr. R.J. Allen, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116661;
Neptunusstraat 38, Groningen, 050-779597.

Dr. Ir. J.W.M. Baars, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Achter de Hoven 3, Dwingeloo, 05219-1894.

Dr. S. Bajaja, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Schubertlaan 149, Leiden, 0710-62635.

Dr. J.E. Baldwin, University of Cambridge, Cavendish Laboratory, Free School Lane, Cambridge-CB2 3RQ, England.

Drs. J.H. Bannier, Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek, Postbus 2138, 's-Gravenhage, 070-839100.

W.H.J. Beerekamp, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Valderseweg 2, Dwingeloo, 05219-1923.

Prof. E.J. Blum, Observatoire de Paris, Section d'Astrophysique, 92-Meudon (Haute de Seine), Frankrijk.

Drs. J.A. de Boer, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116664 (en 6671);
Bezettingslaan 50, Groningen, 050-253986.

Ir. A. Bos, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
de Reiger 17, Hoogeveen, 05280-67613.

Drs. A. Bosma, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116656;
Bezettingslaan 158, Groningen

Dr . P.B. Bosma, Natuurkundig lab. der V.U., kamer N-219,
de Boelelaan 1081, Amsterdam-Buitenveldert, 020-483574;
Helperzoom 417, Groningen, 050-255681.

Dr. L.L.E. Braes, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Vondellaan 56, Leiden, 01710-65065.

Ir. J.D. Bregman, Radiosterrenwacht Westerbork, post Hooghalen,
05939-421;
De Groenkampen 5, Hooghalen, 05939-387.

J.W. Brotherhood, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Vijfmeilaan 178, Leiden, 01710-31271.

Dr . W.N. Brouw, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo,
05219-7244;
Jacob Marisstraat 4, Hazerswoude, 01728-9753.

Ir. J.F. van der Brugge, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Achter de Hoven 2, Dwingeloo, 05219-1720;

Prof. Dr. H.G. van Bueren, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13,
Utrecht, 030-312841;
Meidoornlaan 13, Linschoten, 03480-5406.

A.G. de Bruyn, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
van Swietenstraat 3, Leiden.

Ir. J.L. Casse, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Kleine Beer 62, Hoogeveen, 05280-65392.

Prof. W.N. Christiansen, School of Electrical Engineering, University
of Sydney, Sydney N.S.W. 2121, Australia.

Dr. T.W. Cole, Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., Epping N.S.W.
2121, Australia.

Dr. R.G. Conway, Nuffield Radio Astronomy Observatory, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire, England.

Prof. J.G. Davies, Nuffield Radio Astronomy Observatory, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire, England.

Mej. Drs. E. Dekker, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Meidoornlaan 13, Linschoten, 03480-5406.

Ir. A. Deutsch, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Castor 49, Hoogeveen, 05280-67739.

Prof. Ir. B. van Dijl, Technische Hogeschool, afd. Elektrotechniek,
Eindhoven, 040-473430;
Johan de Wittlaan 18, Eindhoven, 040-436222.

Drs. R.M. Duin, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Oude Rijn 186, Leiden.

Dr. R.D. Ekers, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN,
Postbus 800, Groningen, 050-116659;
Venuslaan 13, Groningen, 050-773222.

Lic. I. Fejes, Nèpszinhâz``u 46, Boedapest VIII, Hongarije.

Dr. A.D. Fokker, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-312841;
Kruislaan 17, Bilthoven, 030-785610.

Dr. W.M. Goss, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN,
Postbus 800, Groningen, 050-116688;
Rijksstraatweg 98G, Haren, 050-345721.

Dr. T. de Groot, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-312841;
Ornsteinsingel 18, Utrecht, 030-716148.

Dr. H.J. Habing, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Beatrixlaan 63, Oegstgeest, 01710-54967.

Drs. J.P. Hamaker, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
"Lieverlhee", Lhee 23, Dwingeloo, 05219-7229.

Dr. R.H. Harten, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Schubertlaan 243, Leiden, 01710-64533.

Drs. A.P. Hartsuijker, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden,
01710-40745;
Roodborststraat 6, Leiderdorp, 01710-93265.

Dr. G. van Herk, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Lorenzkade 21, Leiden, 01710-23460.

A.C. Hin, Radiosterrenwacht Westerbork, post Hooghalen, 05939-421;
Bosweg 23, Hooghalen, 05939-464.

T. Hoekema, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Hoofdstraat 123, Leiderdorp, 01710-40517.

Dr. J.A. Högbom, Stockholms Observatorium 13300, Saltsjöbaden,
Zweden, 09-4687170631.

Ir. B.G. Hooghoudt, Prinsenlaan 10, Oegstgeest, 01710-51539.

Dr . A.N.M. Hulsbosch, Max Planck Institut für Radio-astronomie,
Auf dem Hügel 71, 53 Bonn, 09-4922215251.

Prof. Dr. H.C. van de Hulst, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden,
01710-40745;
Sterrewacht 8, Leiden, 01710-31192.

Drs. J.M. van der Hulst, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116658;
A. van Solmstraat 26a, Groningen, 050-125182.

Ir. F.J. van Hutten, Direkteur L.E.O.K., Haarlemmerweg 7,
Oegstgeest, 01711-6844.
Lange Velderweg 38, Noordwijkerhout, 02523-2630.

Drs. F.P. Israel, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Wilddreef 30, Leiderdorp.

Drs. W.J. Jaffe, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Langebrug 19, Leiden, 01710-30574.

Prof. Dr. C. de Jager, Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek,
Beneluxlaan 21, Utrecht, 030-937145;
Zonnenburg 1, Utrecht, 030-314253.

Dr. T. de Jong, Harvard Observatory, 60 Gardenstreet, Cambridge
Mass. 02138, U.S.A.

J.A. Jongebloed, Radiosterrenwacht Westerbork, post Hooghalen,
05939-421;
Zuiderstraat 7, Grollo, 05925-311.

Drs. P. Katgert, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Koolmeesstraat 25, Leiderdorp, 01710-46964.

Mevr. Dr. J.K. Katgert-Merkelijn, Sterrewacht, Kaiserstraat 57,
Leiden, 01710-40745;
Koolmeesstraat 25, Leiderdorp, 01710-46964.

Drs. J. van Kuilenberg, Niwars, Kanaalweg 3, Delft, 015-569226;
Duinroos 8, Berkel Rodenrijs, 01891-4916.

Drs. J.M.E. Kuijpers, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-312841;
Opaalweg 13, Utrecht, 030-514892.

Dr. M. Kuperus, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht, 030-312841;
Spoorlaan 9A, Bussum, 02159-17288.

Dr. P.C. van der Kruit, Hale Observatory, 813 Santa Barbarastreet,
Pasadena, California 91106, U.S.A.

Prof. Dr. H. van der Laan, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden,
01710-40745;
Grotiuslaan 10, Leiderdorp, 01710-93682.

Dr. C. Lari, Laboratoria Nazionale di Radio-Astronomia, Via Irnerio 46, 40100 Bologna, Italië.

Drs. H.W. Leenaarts, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Zuiderkruis 29, Hoogeveen, 05280-66205.

Prof. Dr. R. van Lieshout, Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek, Postbus 2138, 's-Gravenhage, 070-839100.

Prof. Dr. D.S. Mathewson, Mount Stromlo Observatory, Canberra, a.c.t. Australië.

Dr. G.K. Miley, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Kievitstraat 26, Leiderdorp.

Prof. Ir. C.A. Muller, T.H. Twente, Drienerloolaan 5, Enschede, 05420-93590;
Odinksveld 8, Delden, 05407-2428.

Ir. F.R. Neubauer, Directoraat Radiozaken der PTT,
Prinsevinkenpark 15, 's-Gravenhage, 070-753540;
Guido Gezellelaan 86, Delft, 015-563636.

Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht, 030-312841;
Robert Kochstraat 110, Apeldoorn, 05760-15164.

Prof. Dr. J.H. Oort, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
President Kennedylaan 169, Oegstgeest, 01710-54158.

Drs. R.S. Le Poole, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Staringstraat 14, Hazerswoude-Rijndijk, 01714-3043.

Dr. E. Raimond, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Esweg 1b, Dwingeloo, 05219-1699.

Dr. K. Riegel, Department of Astronomy, U.C.L.A., Los Angeles, California 90024, U.S.A.

Dr. Ir. H. Rinia, Parklaan 24, Eindhoven, 040-431969.

Dr. D.H. Rogstad, Department of Astronomy, California Institute of Technology, 1201 East California blvd., Pasadena, California.

Dr . J. Rosenberg, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht, 030-312841;
Oude Gracht 271, Utrecht, 030-17741.

Drs. A.H. Rots, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116655;
Neptunus 6, Groningen, 050-713294.

Dr. R. Sancisi, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116652;
Castorstraat 100, Groningen, 050-779971.

A.H. Schöller, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Valderseweg 1, Dwingeloo, 05219-1860.

Dr. U.J. Schwarz, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116663;
Kamperfoelie 4, Roden, 05908-18720.

Dr. W.W. Shane, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Wilhelminapark 34, Oegstgeest, 01710-51622.

Ir. C. Slottje, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
De Wulp 33, Hoogeveen, 05280-62098.

Drs. H.W. van Someren Gréve, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Koolmeesstraat 8, Leiderdorp, 01710-93567.

Ir. L.H. Sondaar, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Hoogeveenseweg 26, Meppel, 05220-52008.

Dr. R.G. Strom, Sterrewacht, Kaiserstraat 57, Leiden, 01710-40745;
Aert van Neslaan 204, Oegstgeest, 01710-55635.

Prof. Dr. F.L. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips, Prof. Holstlaan, gebouw WB5, Eindhoven, 040-742514;
Elzentlaan 11, Eindhoven, 040-115512.

Dr. W.T. Sullivan, Department of Astronomy, University of Washington, Seattle, Washington 98195, U.S.A.

Dr. Ir. K. Teer, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips, Prof. Holstlaan, gebouw WB5, Eindhoven, 040-742609;
Vesaliuslaan 50, Eindhoven, 040-114932.

Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier, T.N.O., Postbus 297, Den Haag, 070-814481;
Kochlaan 6, Eindhoven, 040-114734.

Prof. Dr. J. Veldkamp, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Utrechtseweg 297, De Bilt, 030-766911;
Bosuillaan 8, Bilthoven, 030-785428.

Prof. Ir. B.P.Th. Veltman, Technische Hogeschool Delft, Laboratorium voor Technische Natuurkunde, Lorentzweg 1, Delft, 015-133222;
Händellaan 3, Voorschoten, 01717-4810.

Drs. H.C.D. Visser, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116653;
Grotebeerstraat 294, Groningen, 050-776144.

Ir. J.J. Visser, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Lheebroek 28, Dwingeloo.

Dr. K.W. Weiler, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116666;
Hildebrandlaan 15B, Haren, 050-346152.

Dr. K.J. Wellington, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4, Dwingeloo, 05219-7244;
Atlaslaan 124, Hoogeveen, 05280-69283.

Dr. H.J. Wendker, Hamburger Sternwarte, Gojenbergsweg 112, 2050 Hamburg 80, Duitsland, 09-494072522493.

Dr. P.R. Wesselius, Ruimte-Onderzoek, Rijksuniversiteit, Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen, 050-116665;
Castorstraat 244, Groningen, 050-770606.

Dr. S. Weinreb, National Radio Astronomy Observatory, Edgemont Road, Charlottesville, Va 22901, U.S.A.

Dr. H. van Woerden, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Hoogbouw WSN, Postbos 800, Groningen, 050-116667;
Slauerhofflaan 62, Haren (Gr.), 050-347709.

A. Wolfers, Radiosterrenwacht Westerbork, post Hooghalen, 05939-421;
Hoofdweg 53, Elsloo (Fr.), 05612-508.

Prof. L. Woltjer, Department of Astronomy, Columbia University of New York, NY10027, U.S.A.