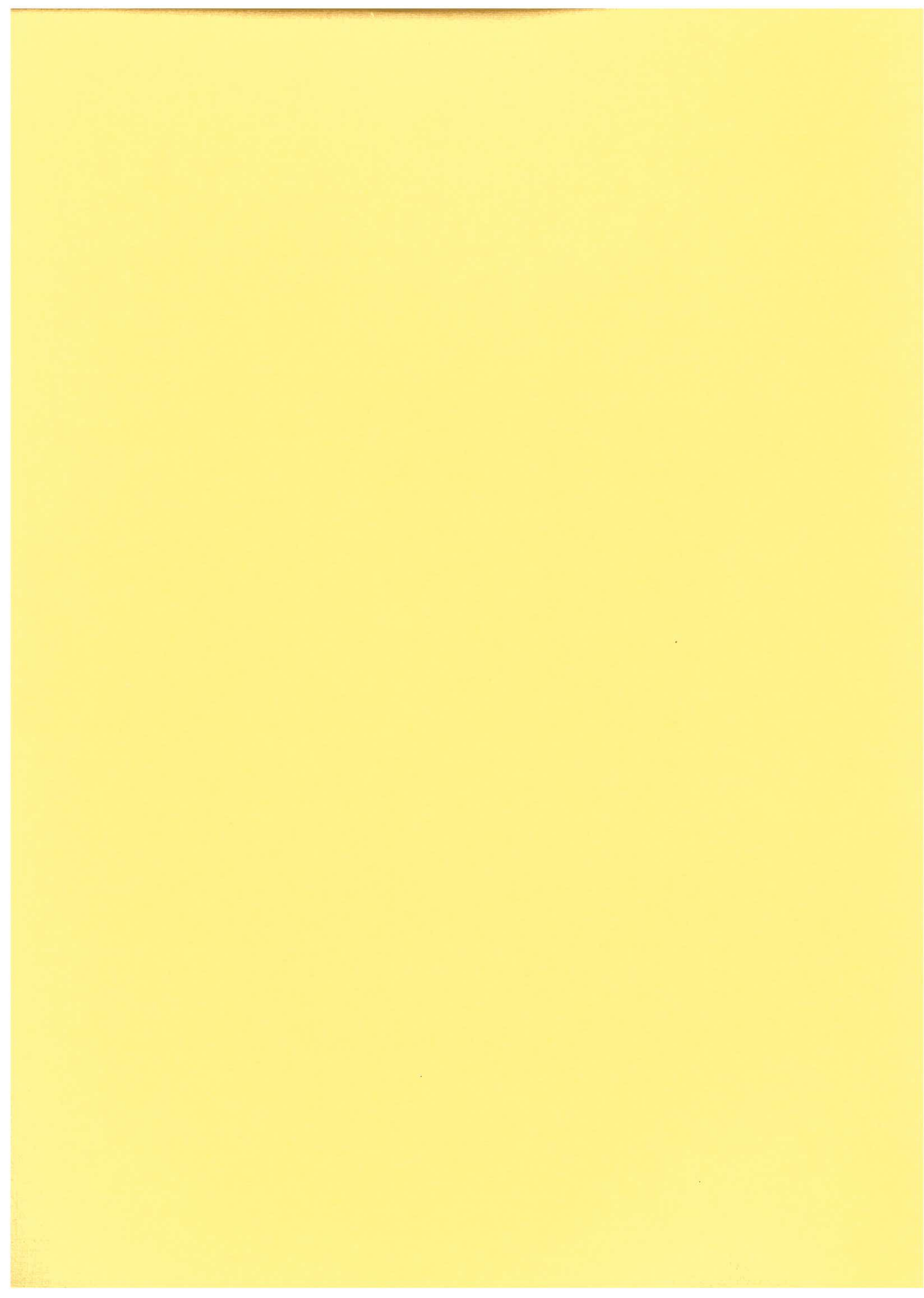




Stichting radiostraling van zon en melkweg
jaarverslag 1970
annual report
Netherlands foundation of radio-astronomy



VOORWOORD

In het verslagjaar 1970 voltrokken zich enkele voor de Stichting zeer belangrijke gebeurtenissen. Allereerst stelde Hare Majesteit de Koningin, in tegenwoordigheid van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen, op 24 juni 1970 officieel de Synthese Radio Telescoop te Westerbork in gebruik. Als afbeelding voor de omslag werd een foto gekozen, gemaakt juist na aankomst van de Koningin op de Radiosterrenwacht. Hare Majesteit werd verwelkomd door de voorzitter van de Stichting, Prof. Dr. J.H. Oort en de voorzitter van Z.W.O., Prof. Dr. W.C. van Unnik.

Elders in dit jaarverslag vindt de lezer informatie over de eerste resultaten van waarnemingen met de S.R.T. Het instrument voldoet aan onze stoutste verwachtingen.

De groei van en de verschuivingen in het Stichtingswerk waren aanleiding tot een reorganisatie die in de loop van 1970 werd voltooid. Met de nieuwe structuur, die vooral een grotere mate van inspraak en gespreide verantwoordelijkheid beoogt, werd inmiddels enige ervaring opgedaan die erop duidt dat deze moderne werkwijze plezierig en slagvaardig is.

Professor Dr. J.H. Oort, oprichter van de Stichting en sinds het eerste uur haar voorzitter, beëindigde zijn bestuurswerkzaamheden aan het eind van dit verslagjaar, kort na zijn emeritaat als Leids hoogleraar. Veel van hetgeen in en door de Stichting is bereikt danken wij aan het enthousiasme en doorzettingsvermogen van Professor Oort. Zijn élan is voor allen die bij het Stichtingswerk betrokken zijn een blijvende inspiratie. Ook dit onderdeel van zijn vele verdiensten vervult ons met groot respect en warme erkentelijkheid.

Aan allen die bijgedragen hebben tot dit verslag betuig ik graag mijn dank.

juli 1971

H. van der Laan.

INHOUDSOPGAVE

	blz.
Voorwoord	1
1 <u>Organisatie</u>	4
1.1 Bestuur	4
1.2.1 Programma-commissie	4
2 Technische-commissie	4
3. Buitenlandse adviseurs	5
1.3.1 Werkgroep (vergadering van afdelingshoofden)	5
2. Commissie Radiostraling van de Zon	5
1.4 Projektgroepen	5
1.5 Adressen	6
2 <u>Personeel</u>	12
2.1 Bureau van de Stichting	12
2.2 Laboratorium en Waarneemstation Zon	12
2.3 Radiosterrenwacht Dwingeloo	12
2.4 Telescoopgroep Dwingeloo	12
2.5 Centrale Technische Dienst	12
2.6 Laboratorium Dwingeloo	13
2.7 Radiosterrenwacht Westerbork	13
2.8 Telescoopgroep Westerbork	13
2.9 Laboratorium Leiden	14
2.10 Centrale Reduktiegroep Leiden	14
2.11 Gastmedewerkers	14
2.12 Werkstudenten	14
3 <u>Financiën</u>	15
3.1 Definitief overzicht van het gewoon subsidie 1969	15
3.2 Voorlopig overzicht van het gewoon subsidie 1970	16
3.3 Overzicht van het investeringssubsidie 1969	17
3.4 Overzicht van het investeringssubsidie 1970	18

		blz.
3.5	Overzicht van het investeringssubsidie 1971	19
3.6	Aanvraag van het investeringssubsidie 1972	20
4	<u>Verslagen</u>	22
4.1	De Synthese Radio-telescoop in Westerbork, door Prof. Dr. J.H. Oort	22
4.2	Overzicht van radio-astronomische onder- zoekingen van de Sterrewacht te Leiden, door Drs. A.N.M. Hulsbosch	34
4.3	Overzicht van radio-astronomische onder- zoekingen van het Kapteyn Laboratorium te Groningen, door Dr. H. van Woerden	36
	<u>Afdelingsverslagen</u>	38
4.4	Bureau van de Stichting	38
4.5	Laboratorium en Waarneemstation Zon	39
4.6	Telescoopgroep Dwingeloo	45
4.7	Centrale Technische Dienst	47
4.8	Laboratoriumgroep Dwingeloo	49
4.9	Telescoopgroep Westerbork	53
4.10	Laboratoriumgroep Leiden	59
4.11	Centrale Reduktiegroep Leiden	61
5	<u>Publicaties en interne rapporten</u>	63
5.1	Publicaties	63
5.2	Internal Technical Reports	66
5.3	Notes	67

1. ORGANISATIE

1.1 Bestuur van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg.

Samenstelling op 1 januari 1971.

* Prof. Dr. H.C. van de Hulst, voorzitter	31 dec 1972
* Prof. Dr. H.G. van Bueren	" 1972
Dr. A.D. Fokker	" 1971
* Prof. Dr. H. van der Laan, gedelegeerd bestuurslid	" 1972
Ir. F.R. Neubauer 1)	" 1974
* Ir. H. Rinia	" 1971
Prof. Dr. F.L. Stumpers	" 1973
Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier	" 1974
Prof. Dr. J. Veldkamp	" 1974
* Dr. H. van Woerden, secretaris	" 1972

* Deze bestuursleden vormen het Dagelijks Bestuur.

1) In 1971 benoemd.

De directeur van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) woont de bestuursvergaderingen bij.

Uitvoerend Secretariaat:

Bureau van de S.R.Z.M., Radiosterrenwacht Dwingeloo,
Oude Hooogeveensedijk 4, Dwingeloo (Dr), tel. 05219-7244
Hoofd van het Bureau: A.H. Schöller.

1.2.1 Programma-commissie Dwingeloo-Westerbork.

Dr. H. van Woerden, voorzitter
Dr. R.J. Allen (met ingang van 1 april 1971)
* Dr. Ir. J.W.M. Baars
* Drs. W.N. Brouw 2)
Dr. J.A. Högbom (tot 1 april 1971)
Prof. Dr. H. van der Laan
Prof. Dr. J.H. Oort
* Dr. E. Raimond, secretaris

* leden qualitate qua

2) van sept 1971 tot en met sept 1972 vervangen door
Drs. H.W. van Someren Greve.

1.2.2 Technische Commissie.

Prof. Ir. B.P.Th. Veltman, voorzitter
* Ir. J. F. van der Brugge, secretaris
* Ir. J.L. Casse 3)
Prof. Ir. B. van Dijl
Ir. F.J. van Hutten
* Prof. Ir. C.A. Muller
* Dr. Ir. J. van Nieuwkoop
Prof. Dr. F.L. Stumpers

* leden qualitate qua.

3) van aug 1970 tot en met okt 1971 vervangen door Dr. K.J. Wellington

1.2.3 Buitenlandse Adviseurs.

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

1.3.1 Werkgroep = vergadering van afdelingshoofden.

Prof. Dr. H. van der Laan, gedelegeerd bestuurslid, voorzitter
Dr. Ir. J.W.M. Baars, Hoofd Telescoopgroep Dwingeloo
Drs. W.N. Brouw, Hoofd Reduktiegroep 1)
Ir. J.F. van der Brugge, Hoofd Centrale Technische Dienst
Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium Leiden 2)
Prof. Ir. C.A. Muller, Hoofd Laboratorium Dwingeloo
Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, Hoofd Laboratorium en Waarneemstation Zon
Dr. E. Raimond, Hoofd Telescoopgroep Westerbork
A.H. Schöller, Hoofd van het Bureau, secretaris.

- 1) van sept 1971 tot en met sept 1972 vervangen door:
Drs. H.W. van Someren Greve, Waarnemend Hoofd Reduktiegroep
- 2) van aug 1970 tot en met okt 1971 vervangen door:
Dr. K.J. Wellington, Waarnemend Hoofd Laboratorium Leiden

1.3.2 Commissie Radiostraling van de Zon.

Prof. Dr. H.G. van Bueren, voorzitter
Ir. G. Brussaard
Dr. A.D. Fokker, secretaris
Dr. T. de Groot
Prof. Dr. H.C. van de Hulst
Prof. Ir. C.A. Muller
Ir. F.R. Neubauer
Dr. Ir. J. van Nieuwkoop
Ir. C. Slottje

1.4 Projektgroepen (per februari 1971)

- 1.4.1 80 kanalen filterlijnontvanger;
Projektleiders: Drs. J.P. Hamaker en Dr. K.J. Wellington
- 1.4.2 6/50 cm frontends;
Projektleider: Dr. K.J. Wellington
- 1.4.3 Automatisering Dwingeloo-Telescoop;
Projektleider: Dr. Ir. J.W.M. Baars
- 1.4.4 Ontwerp digitale lijnontvanger S.R.T.;
Projektleider: Prof. Ir. C.A. Muller
- 1.4.5 Integratie Zon-onderzoek in Dwingeloo;
Projektleider: Ir. J. van Nieuwkoop
- 1.4.6 Coax-bekabeling S.R.T.;
Projektleider: Drs. J.P. Hamaker.

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

Dr. R.J. Allen, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116661;
Neptunusstraat 38, Groningen, 050-779861

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

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

Drs. J.H. Bannier, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Weten-
schappelijk Onderzoek, Postbus 2138, 's-Gravenhage

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

Drs. J.A. de Boer, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116664;
Bezettingslaan 50, Groningen, 050-53986

Ir. A. Bos, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Paulus Potterstraat 6, Hoogeveen

Drs. P.B. Bosma, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116656;
Helperszoom 417, Groningen, 050-55681

Dr. L.L.E. Braes, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Vondellaan 54, Leiden, 01710-44710

Dr. A.H. Bridle, Astronomy Group, Stirling Hall, Queen's University,
Kingston, Ontario, Canada

J.W. Brotherhood, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Francimontlaan 19, Leiden, 01710-26013

Drs. W.N. Brouw, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Jac. Marisstraat 4, Hazerswoude-Dorp, 01728-753

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, 030-12841;
Meidoornlaan 13, Linschoten, 03480-5406

Ir. J.L. Casse, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Piet Heinlaan 13, Oegstgeest, 01710-54227

Prof. Dr. W.N. Christiansen, School of Electrical Engineering,
University of Sydney, Sydney, N.S.W. (2121), Australië

Dr. T.W. Cole, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Waaknerplein 74, Leiden

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

Prof. J.G. Davies, University of Manchester, Jodrell Bank
Radio Observatories, Macclesfield, Cheshire, Engeland

Prof. Ir. B. van Dijl, Technische Hogeschool, afd. Elektrotechniek,
Eindhoven, 040-479111;
Johan de Wittlaan 18, Eindhoven

R.M. Duin, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Oude Vest 35, Leiden, 01710-25183

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

Lic. I. Fejes, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116666;
Népszínház u 46, Boedapest VIII, Hongarije

Dr. A. D. Fokker, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13,
Utrecht, 030-12841;
Kruislaan 17, Bilthoven, 030-785610

J. Gilbert, Nuffield Radio Astronomy Observatory,
Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire, Engeland

Dr. T. de Groot, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13,
Utrecht, 030-12841;
Ornsteinsingel 18, Utrecht, 030-716148

Dr. H.J. Habing, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Aert van Neslaan 625, 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, Leiden, 01710-40745

Drs. A.P. Hartsuijker, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Warmonderweg 86, Oegstgeest, 01710-52326

A.C. Hin, Radiosterrenwacht Westerbork, Post Hooghalen, 05939-421;
Zuidenweg 14, Dwingeloo, 05219-1711

Dr. J.A. Högbom, Stockholms Observatorium, 13300, Saltsjöbaden, Zweden

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

Drs. A.N.M. Hulsbosch, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Merelstraat 142, Leiderdorp

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

Ir. F.J. van Hutten, Directeur L.E.O.K.
Haarlemmerweg 7, Oegstgeest

F.P. Israël, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Hartesteeg 2a, Leiden, 01710-41266

Drs. W.J. Jaffe, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Vlanorpad 6, Leiden, 01710-51442

Prof. Dr. C. de Jager, Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek,
Beneluxlaan 21, Utrecht, 030-937145;
Zonnenburg 1, Utrecht, 030-23677

Drs. T. de Jong, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Brittenburg 42, Leiderdorp

Drs. P. Katgert, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Lokhorst 103, Leiderdorp

Mevr. Dr. J.K. Katgert-Merkelijn, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Lokhorst 103, Leiderdorp

Drs. P.C. van der Kruit, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Boerhaavelaan 316, Leiden

Prof. Dr. H. van der Laan, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Irenestraat 10, Leiderdorp, 01710-43499

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

Dr. J. Lequeux, Observatoire de Paris, Section d'Astrophysique,
92-Meudon (H. de S.), Frankrijk

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

Prof. D.S. Mathewson, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Vincent van Goghlaan 46, Oegstgeest, 01710-53640

Dr. G.K. Miley, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Kievietstraat 6, Leiderdorp

Prof. Ir. C.A. Muller, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Oude Hoogeveensedijk 6, Dwingeloo, 05219-7246

Ir. F.R. Neubauer, Directoraat Radiozaken der P.T.T.
Prinsevinkenspark 15, 's-Gravenhage, 070-753540;
Guido Gezellelaan 86, Delft, 01730-35700

Dr. Ir. J. van Nieuwkoop, p/a Radiozendstation, Gebouw E,
Kootwijkradio, Kootwijk, 05760-12341;
Robert Kochstraat 110, Apeldoorn

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

Drs. J. Oostindiër, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116654;
Grote Leliestraat 50a, Groningen

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

Dr. E. Raimond, Radiosterrenwacht Westerbork, Post Hooghalen,
05939-421;
Esweg 1b, Dwingeloo, 05219-1699

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

Dr. D.H. Rogstad, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116651
Ranonkelstraat 13, Groningen, 050-779861

Drs. A.H. Rots, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn"
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116657;
Polluxstraat 54, Groningen, 050-36555

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

A.H. Schöller, Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
Dwingeloo, 05219-7244;
Egbert Nijstadlaan 11, Dwingeloo, 05219-1860

Dr. U.J. Schwarz, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116663;
Lindelaan 65, Roden (Dr), 05908-8720

Drs. W.W. Shane, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Van Swietenstraat 37, Leiden

Ir. C. Slottje, Radio-ontvangststation der P.T.T., Nera,
Nederhorst den Berg, 02945-1723;
Livingstonelaan 1198, Utrecht, 030-887390

Drs. H.W. van Someren Greve, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Morsweg 180a, Leiden, 01710-44029

Ir. L.H. Sondaar, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Zwetkade 30, Delft, 01898-310

Drs. T.A.Th. Spoelstra, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Colijnstraat 40, Katwijk aan Zee

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

Prof. Dr. F.L. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips,
WB1, Eindhoven, 040-60000;
Elzentlaan 11, Eindhoven, 040-115512

Dr. W.T. Sullivan, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116668

Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier, Technische Hogeschool,
Postbus 513, Eindhoven, 040-479111;
Kochlaan 6, Eindhoven, 040-114734

Prof. Dr. J. Veldkamp, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
De Bilt, 030-762611;
Stenen Camer 39, De Bilt, Post Hilversum, 030-760088

Prof. Ir. B.P.Th. Veltman, Technische Hogeschool Delft,
Laboratorium voor Technische Natuurkunde, Lorentzweg 1, Delft, 01730-33222

Ir. J.J. Visser, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Goudsbloemplein 4, Aerdenhout

Ir. L.R.M. de Vos de Wael, Dr. Neherlaboratorium der P.T.T.,
Leidschendam, 01761-3956;
Laan van Oostenburg 49, Voorburg, 070-863331

Dr. K.W. Weiler, Radiosterrenwacht Westerbork, Post Hooghalen, 05939-421;
Hildebrandlaan 15b, Haren, 050-46152

Dr. K.J. Wellington, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745;
Aert van Neslaan 603, Oegstgeest, 01710-50347

Dr. H.J. Wendker, Max Planck Institut für Radio-astronomie,
Argelanderstrasse 3, 53 Bonn, 631763

Drs. P.R. Wesselius, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Hoogbouw W.S.N., 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 W.S.N., Postbus 800, Groningen, 050-116667 en 116671;
Slauerhofflaan 62, Haren (Gr), 050-47709

A. Wolfers, Radiosterrenwacht Westerbork, Post Hooghalen, 05930-421;
Hoofdweg 53, Elsloo (Dr)

Prof. L. Woltjer, Department of Astronomy, Columbia University,
New York, NY 10027, U.S.A.

2. PERSONEEL VAN DE STICHTING PER 31 DECEMBER 1970.

2.1 Bureau van de Stichting

1. Secretaris/Hoofd van het Bureau	A.H. Schöller
2. Administrateur	N. Alblas
3. Administratief medewerker	J. Duinkerken
4. Secretaresse	Mej. J. Dekker
5. Administratief medewerkster	Mej. J.M.C. van Beek
6. Typiste/telefoniste	Mej. F. Slagter
7. Secretaresse, halve dagtaak	vakature

2.2 Laboratorium en Waarneemstation Zon

1. Hoofd van de afdeling	Dr. Ir. J. van Nieuwkoop*
2. Ingenieur	Ir. C. Slottje
3. Hoger electronicus	W. Huiskamp*
4. Hoger electronicus	B.P. Tragter (per 1-5-'71)
5. Rekenaar/waarnemer	B. Kramer
6. Rekenaar/waarnemer	E. Landré*
7. Electronisch technicus	H.L. Hageman
8. Electronisch technicus	Y.J. Koopman
9. Electronisch technicus	P.H. Riemers
10. Secretaresse voor halve dagen te Kootwijk	Mevr. W.P. Kruk-van der Bos
11. Secretaresse voor halve dagen	Mevr. A.H.M.J. Mertens-Keunen
12. Werkster te Nera	Mevr. I. van Duin-Krijgsman

* Niet in dienst van de Stichting R.Z.M.

2.3 Radiosterrenwacht Dwingeloo (Beheer gebouwen en terrein)

1. Beheerder	Prof. Ir. C.A. Muller
2. Concierge/chauffeur/tuinman	H. Sieders
3. Huishoudster	Mevr. W. Sieders-Barkhof
4. Kantinebeheerder/schoonmaker	J. Hoek
5. Schoonmaakster, part-time	Mevr. R. Hoek-Bentum
6. Schoonmaakster, part-time	Mevr. A. Bentum-Zoer

2.4 Telescoopgroep Dwingeloo

1. Hoofd van de afdeling	Dr. Ir. J.W.M. Baars
2. Waarneemleider	H.W.H. Meyer
3. Hoger electronicus/programmeur	vakature

2.5 Centrale Technische Dienst

Te Dwingeloo:

1. Hoofd van de afdeling	Ir. J.F. van der Brugge
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. Nieuwenhuis
8. Electronisch technicus	N. Schonewille
9. Electronisch technicus	H. Snijder
10. Electronisch technicus	J. Weggemans
11. Mechanisch technicus	J. Bakker
12. Mechanisch technicus	G.J.M. Koenderink

- 2.5 13. Technisch tekenaar R. van Dalen
 14. Magazijnmeester P.C. Jager
 15. Hulpkracht vakature
 16. Praktikant
- Te Leiden:
17. Chef instrumentmakerij I. Starre
 18. Mechanisch technicus J.C. Bevelander
 19. Mechanisch technicus A.L.C. Heemskerk
 20. Mechanisch technicus W. Korner
 21. Mechanisch technicus M. Pauw
 22. Mechanisch technicus R.C.V. van Schie
 23. Mechanisch technicus P.F.J. Verstraten
- 2.6 Laboratorium Dwingeloo
1. Hoofd van de afdeling Prof. Ir. C.A. Muller
 2. Ingenieur Drs. J.P. Hamaker
 3. Ingenieur Ir. A. Bos
 4. Hoger electronicus W.H.J. Beerekamp
 5. Hoger electronicus A. Doorduyn
 6. Hoger electronicus A. Koeling
 7. Hoger electronicus J. Pezij
 8. Hoger electronicus B.A.P. Schipper
 9. Hoger electronicus vakature
 10. Electronisch technicus G.J. Grit
 11. Electronisch technicus H. Hidding
 12. Electronisch technicus L. de Jonge
 13. Electronisch technicus A.G. Poot
 14. Electronisch technicus vakature
 15. Praktikant
- 2.7 Radiosterrenwacht Westerbork (Beheer gebouwen en terrein)
1. Beheerder Dr. E. Raimond
 2. Bewaker/tuinman K. Kreeft
 3. Bewaker/tuinman H. Oostenbrink
 4. Bewaker/tuinman H. Wijma
 5. Schoonmaakster, part-time Mevr. R. Heling-Rosing
 6. Schoonmaker, part-time J. Heling
- 2.8 Telescoopgroep Westerbork
1. Hoofd van de afdeling Dr. E. Raimond
 2. Wetenschappelijk waarnemer Dr. K.W. Weiler
 3. Bedrijfsingenieur A. Wolfers
 4. Ontvangeringenieur A.C. Hin
 5. Waarneemleider/programmeur S. Drenth
 6. Bedieningstechnicus P. van den Akker
 7. Bedieningstechnicus K. Brouwer
 8. Bedieningstechnicus R. Kiers
 9. Bedieningstechnicus S. Sijtsma
 10. Bedieningstechnicus J.P. Visscher
 11. Ontvangertechnicus H.J. Borkhuis
 12. Computertechnicus J. A. Jongebloed
 13. Chef mechanische werkplaats M. Bakker
 14. Mechanisch technicus A. ter Wiel
 15. Elektrisch technicus K. Jansen
 16. Secretaresse Mej. T. Hardenberg
 17. Telefoniste/receptioniste Mej. G. Wolbers

2.9 Laboratorium Leiden

- | | |
|--|--|
| 1. Hoofd van de afdeling | Ir. J.L. Casse |
| 2. Ingenieur (waarnemend hoofd van de afdeling tot oktober 1971) | Dr. K.J. Wellington |
| 3. Ingenieur | Dr. T.W. Cole |
| 4. Ingenieur | Ir. L.H. Sondaar |
| 5. Ingenieur | Ir. J.J. Visser |
| 6. Hoger elektronicus | K.W.C. Lugtenborg |
| 7. Hoger elektronicus | E.E.M. Woestenburger |
| 8. Hoger elektronicus | L.J. van der Ree |
| 9. Elektronisch technicus | W.B. de Ruyter |
| 10. Elektronisch technicus | W. Star |
| 11. Elektronisch technicus | P.A. Wesdorp |
| 12. Secretaresse | Mevr. Mr. M.V. Focquin
de Grave-Polak |
| 13. Praktikant | |

2.10 Centrale Reduktiegroep te Leiden

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Hoofd van de afdeling | Drs. W.N. Brouw [*] |
| 2. Wetenschappelijk programmeur (waarnemend hoofd van de afdeling tot oktober 1972) | Drs. H.W. van Someren Greve |
| 3. Programmeur | J.W. Brotherhood |
| 4. Programmeur | R.J.H. de Nijs |
| 5. Programmeur | J.J. Schafgans |
| * Niet in dienst van de Stichting R.Z.M. | |

2.11 Gastmedewerkers

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Astronoom | D.H. Rogstad |
|--------------|--------------|

2.12 Werkstudenten

p.m.

3. FINANCIËN.

3.1 Definitief overzicht van het Gewoon Subsidie 1969

Code	omschrijving	subsidie	eindsaldi
RA/RB	Salarissen en Algemene kosten	1.541.000,--	- 130.968,13
RC	Werkgroep Radiostraling van de Zon	68.000,--	33.377,24
RD	Exploitatiekosten radiosterrenwacht Dwingeloo	95.500,--	1.557,72
RE	Bouw en onderhoud radiotelescop te Dwingeloo	17.500,--	17.024,27
RF	Algemene laboratorium- en werkplaats- voorzieningen te Dwingeloo	87.500,--	507,77
RG	Onderhoud, wijziging en ontwikkeling van ontvangers	72.000,--	26.083,16
RH	Exploitatiekosten radiosterrenwacht Westerbork	112.500,--	67.236,08
RK	Onderhoud en gebruik telescopen, ontvangers en computer te Westerbork	90.000,--	9.596,70
RL	Ontwikkeling en werkplaatskosten te Leiden	106.000,--	- 5.062,66
RM	Ontwikkeling door derden t.b.v. de synthese telescoop	10.000,--	-, -
		<u>Totaal f2.200.000,--</u>	<u>f 19.352,15</u>

Het Gewoon Subsidie 1969 kon worden afgesloten met een gering overschot, waarbij moet worden opgemerkt dat in de post salarissen nog niet de gebruikelijke subsidiecorrectie wegens algemene loonronden werd verwerkt. Een bedrag van f 27.500,-- werd wegens nog te betalen pacht en belastingen voor de Radiosterrenwacht Westerbork naar het subsidiejaar 1970 overgeboekt.

3.2 Voorlopig overzicht van het Gewoon Subsidie 1970
per 1 mei 1971.

Code	omschrijving		
RA	Salarissen	1.826.000,--	-50.920,53
RB	Bureau van de Stichting	86.750,--	18.061,87
RC ¹⁾	Laboratorium en Waarneemstation Zon	92.500,--	28.134,94
RD	Radiosterrenwacht Dwingeloo	100.250,--	5.897,90
RE	Telescoopgroep Dwingeloo	47.000,--	-16.091,42
RF	Centrale Technische Dienst	62.000,--	- 5.946,33
RG	Laboratorium Dwingeloo	180.000,--	12.683,94
RH ³⁾	Radiosterrenwacht Westerbork	130.500,--	45.698,07
RK	Telescoopgroep Westerbork	195.000,--	69.381,85
RL	Laboratorium Leiden	100.000,--	-15.725,56
		2.820.000,--	
	Overboeking subsidie 1969	27.500,--	
	Totaal generaal	<u>f 2.847.500,--</u>	<u>f 91.174,73</u>

Overschot materieel krediet:

Saldo totaal	91.174,73
Tekort salarissen (RA)	<u>50.920,53</u>
Saldo materiële hoofdstukken	142.095,26
1)3) Overboekingen naar Gewoon Subsidie 1971	- 19.500,--
	<u>- 42.000,--</u>
Saldo materieel krediet	<u><u>f 80.595,26</u></u>

Het overschot materieel krediet beloopt ca. f 80.000,--.

De post salarissen vertoont een tekort van ca. f 50.000,--; de gebruikelijke looncorrectie is hierin niet verwerkt.

3.3 Overzicht van het Investerings Subsidie 1969.

Voor 1969 werd een totaal bedrag van f 3.995.000,-- toegewezen, dat op de volgende wijze werd verdeeld:

1. Afbouw van de Synthese Radio Telescoop te Westerbork f 3.100.000,--
2. Bouw van 6 cm en 50 cm frontends voor de Synthese Telescoop te Westerbork f 600.000,--
Het totaal bedrag voor deze frontends bedraagt hiermede f 850.000,--. Deze eenheden zullen in het voorjaar 1972 in gebruik worden genomen.
3. Bouw van een 10 meter-radiotelescoop voor gebruik met de zonnenspectrograaf f 195.000,--
Dit bedrag, oorspronkelijk bestemd als eerste termijn voor een nieuw Zonne-observatorium, is aangewend voor de aanschaf van digitale apparatuur voor het Zon-onderzoek (zie verslag Zongroep, 4.5)
4. Instrumentatie voor het ontwikkelingslaboratorium te Leiden f 100.000,--

3.4 Overzicht van het Investerings Subsidie 1970.

Voor 1970 werd een totaal bedrag van f 1.480.000,-- toegewezen, dat op de volgende wijze werd verdeeld:

1. Twee woonhuizen Westerbork f 150.000,--
Met de bouw van één van deze huizen is in 1971 een aanvang gemaakt; in de herfst van 1971 zal het gereedkomen.
2. Digitale apparatuur voor het Zon-onderzoek f 35.000,--
Dit bedrag is beschikbaar gesteld als aanvulling op bovengenoemd krediet 3.3.3.
3. Dwingeloo-voorzieningen Zon-onderzoek f 120.000,--
Een groot gedeelte van dit subsidie is bestemd voor de bouw van een waarneemruimte te Dwingeloo. Er wordt verwacht dat aan het einde van het jaar 1971 dit gebouwtje kan worden betrokken.
4. Digitale lijnontvanger S.R.T. f 875.000,--
Er wordt verwacht dat het definitieve ontwerp begin 1972 gereed is; daarna zal een aanvang gemaakt worden met de bouw van de ontvangerapparatuur.
5. Tachtig-kanalen filter-lijnontvanger f 100.000,--
Vooruitlopend op de bouw van de digitale lijnontvanger wordt deze filterlijnontvanger ontworpen en gebouwd, teneinde in een zo vroeg mogelijk stadium waarnemingen te kunnen verrichten. In najaar 1971 hoopt men de apparatuur in gebruik te nemen.
6. Afbouw van de Synthese Radio Telescoop f 200.000,--

3.5 Overzicht van het Investerings Subsidie 1971.

Voor 1971 werd een totaal bedrag van f 1.600.000,-- beschikbaar gesteld, dat op de volgende wijze werd verdeeld:

1. Hoogwerker f 150.000,--
Dit onmisbare hulpinstrument wordt in augustus 1971 afgeleverd.
2. Uitbreiding dienstgebouw Westerbork f 300.000,--
Met de voorbereiding hiertoe is aangevangen.
3. Rekenmachine Dwingeloo f 200.000,--
In de loop van 1971 kan als conclusie van een automatiseringsonderzoek een voorstel tot aanschaf worden verwacht.
4. Nieuwe S.R.T.-ontvangers f 700.000,--
5. S.R.T.-bekabeling f 100.000,--
Men is bezig met ontwerpstudies voor een proefmodel, dat in de winter van 1971/1972 getest zal worden op één der S.R.T.-spiegels.
6. Uitbreiding on-line geheugen Westerbork-computer f 150.000,--

3.6 Aanvraag van het Investerings Subsidie 1972.

Voor 1972 werd een subsidie-aanvraag ingediend tot een totaal bedrag van f 2.550.000,--

- | | |
|--|--------------|
| 1. Ontvangers | f 400.000,-- |
| 2. Automatisering en mechanische verbetering
Dwingeloo-telescoop | f 300.000,-- |
| 3. Verhoging oplossend vermogen S.R.T.: straal-
verbinding en ontwerpstudie mobiele spiegel | f 500.000,-- |
| 4. Uitbreiding dienstgebouwen | f 750.000,-- |
| 5. Elektronika voor verhoogde gevoeligheid | f 600.000,-- |

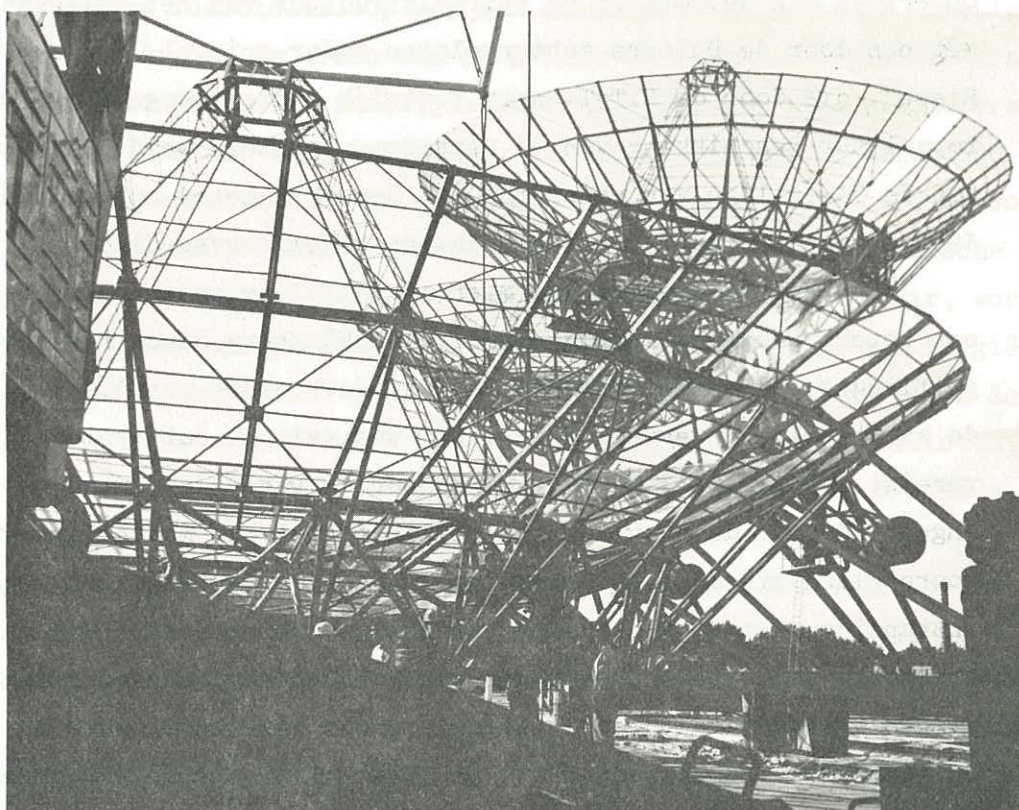
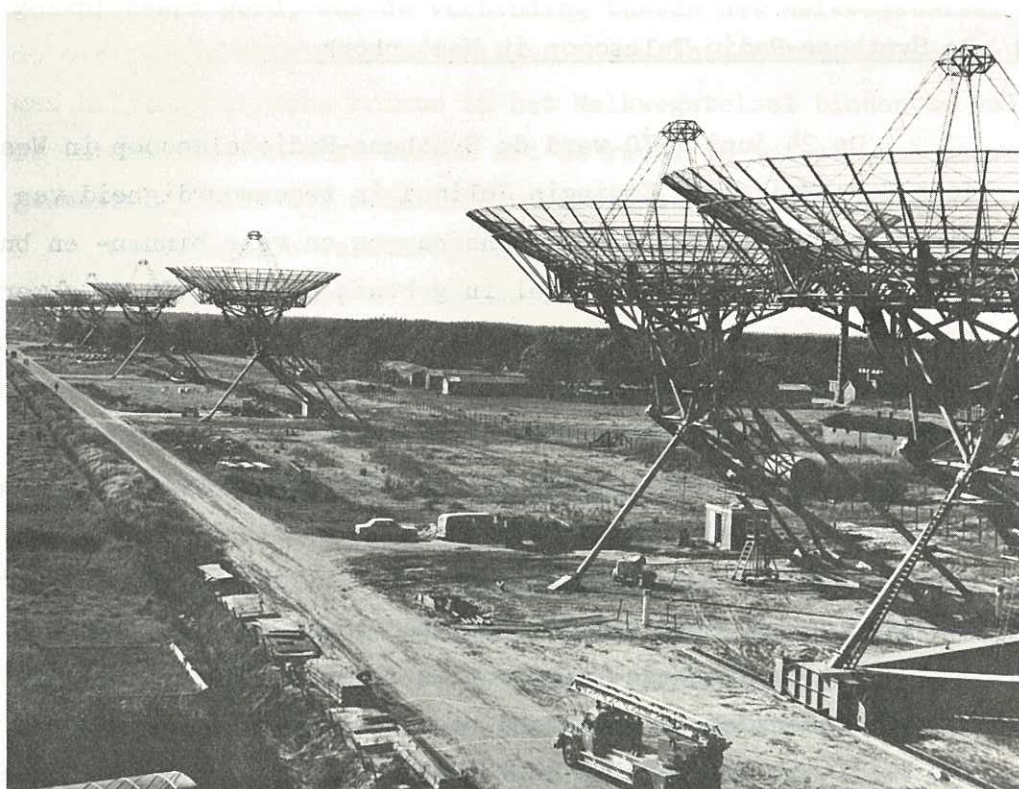


Fig. 1 (boven): De rij van radio-reflectoren in Westerbork.

Fig. 2 (onder): Drie van de reflectoren van nabij tijdens de montering.

4. VERSLAGEN.

4.1 De Synthese-Radio-Telescoop in Westerbork

Op 24 juni 1970 werd de Synthese-Radiotelescoop in Westerbork door Hare Majesteit Koningin Juliana in tegenwoordigheid van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen en vele binnen- en buitenlandse autoriteiten officieel in gebruik gesteld. In de zomer begonnen, onder leiding van de beheerder, Dr. E. Raimond, de eerste astronomische waarnemingen; sedertdien is de telescoop bijna ononderbroken dag en nacht in bedrijf geweest.

Aan de voltooiing van dit projekt hebben velen hun krachten gegeven, wier individuele inspanning ik hier helaas niet tot hun recht kan laten komen. De centrale verantwoordelijkheid voor constructie en electronica berustte bij Ir. B.G. Hooghoudt en Prof. Ir. C.A. Muller.

Met de Synthese-Telescoop is de derde fase in het radio-astronomisch onderzoek in Nederland begonnen (de radio-astronomie van de zon blijft in dit verslag buiten beschouwing). De eerste fase was het onderzoek van de rotatie en spiraalstructuur van het Melkwegstelsel met een door de Duitsers achtergelaten radar-spiegel, een z.g. "Würzburg Riese", die door de P.T.T. naar Kootwijk Radio overgebracht was en daar royaal ter beschikking van de astronomen gesteld werd. Uit waarnemingen van de 21-cm lijn van waterstof met deze 7.5-meter spiegel werd in 1952/1953 de eerste kaart van het Melkwegstelsel vervaardigd.

Om het Melkwegstelsel meer in detail te onderzoeken was echter een beter oplossend vermogen nodig. De Würzburg Riese had bij 21 cm golflengte een bundel met een halfwaarde-breedte van $1.9^\circ \times 2.7^\circ$, zodat de kaart wel erg verwazigd was. Het was evident dat grotere instrumenten vereist zouden zijn. Spoedig na de oorlog waren daarom al voorstellen ingediend voor de bouw van een reflector met een middellijn van 25 meter, voorstellen die direct instemming vonden bij de betrokken regeringsinstanties. Met de voltooiing van deze radiotelescoop, die in Dwingeloo opgesteld werd, begon de tweede fase. Naast de ontdekking van geheel nieuwe en onverwachte grote-schaal verschijnselen - zoals de expanderende spiraalarmen in het binnendeel van het Melkwegstelsel en de enorme gas-massa's die blijkbaar onder een aanzienlijke hoek met het schijfvlak uit de Melkwegkern uitgestoten zijn - vond in deze fase een meer gedetailleerde exploratie plaats van de spiraalarmen, van hun magneetvelden en van de "inwendige" structuur van het interstellair medium. Een ander

fundamenteel gebied van onderzoek dat in Dwingeloo voor het eerst geëxploreerd werd, was de verbinding tussen het Melkwegstelsel en de omringende ruimte. Aanzienlijke hoeveelheden intergalactisch gas blijken uit deze ruimte in het Melkwegstelsel binnen te vallen. De interactie van deze stroom met de reeds in het stelsel aanwezige gasmassa's leidt tot allerlei interessante verschijnselen.

De Dwingeloo-telescoop is een vrijwel ideaal instrument voor het onderzoek van het Melkwegstelsel. Voor de meeste onderzoeken buiten dit stelsel is echter een veel groter instrument nodig. Zelfs de dichtstbijzijnde andere sterrenstelsels zijn ongeveer honderd maal verder weg dan de kern van het Melkwegstelsel, terwijl de helderste extra-galactische radiobronnen op duizend tot tienduizend maal grotere afstand staan. Om op deze afstanden structuren waar te nemen is uiteraard een oplossend vermogen nodig dat zeer veel groter is dan wat de Dwingeloo telescoop geven kan. In de eerste nieuwe plannen, geïnspireerd door Ch. Seeger, werd gedacht aan een z.g. kruis-antenne, waarbij in een kruisvorm opgestelde antennes een beeld geven met een scheidend vermogen van dezelfde orde als bij een volledige radiotelescoop met een diameter gelijk aan de afmetingen van het kruis. De armen van zo'n vast op de grond opgesteld kruis kunnen zonder onoverkomelijke moeilijkheden meerdere kilometers lang gemaakt worden, en zodoende kan een heel veel groter scheidend vermogen bereikt worden. De armen moeten dan echter dicht bezet worden met draaibare, electrisch met elkaar verbonden paraboloïdische antennes. Het instrument zou dus groot en gecompliceerd, en kostbaar, worden. Hierom werd het projekt aanvankelijk in samenwerking met België en met de O.E.S. (thans O.E.S.O.) opgezet. Om verschillende redenen bleek deze gezamenlijke opzet tenslotte niet uitvoerbaar en werd besloten een wat eenvoudiger instrument onder de auspiciën van Nederland alleen te bouwen.

Het ontwerp waar tenslotte toe besloten werd bestaat uit twaalf volledig draaibare reflectoren, elk van 25 meter middellijn, die langs een oost-west lijn opgesteld staan, tien op onderlinge afstanden van 144 meter, en twee verrijdbaar op een eveneens in de oost-west richting liggende railbaan van 300 meter lengte. De totale lengte van de reeks reflectoren is 1.6 km. De constructie verschilt in twee principiële opzichten van de oorspronkelijk ontworpen kruis-antenne: de antennes staan niet in een kruisvorm, maar in een rechte lijn opgesteld, en ze staan niet dicht naast elkaar, maar op onderlinge

afstanden van bijna 6 maal hun eigen diameter. Een gevolg van het eerste is dat men niet langer op één ogenblik een volledig beeld van het waargenomen veld kan krijgen, daar het grote scheidende vermogen slechts in één coördinaat bereikt wordt; men moet wachten tot de hemel gedraaid is ten opzichte van de rij spiegels voor men ook in de andere coördinaat een goede "oplossing" kan krijgen. Het totale beeld kan pas na een halve etmaal waarnemen opgebouwd worden uit de over die periode op magnetische band verzamelde waarnemingen. Vandaar de naam "synthese"-telescoop. Het idee om door middel van zo'n synthese een beeld op te bouwen is oorspronkelijk afkomstig van de Engelse radio-astronoom Ryle, die ook de eerste, bijzonder succesvolle, synthese-telescoop, bij Cambridge, opgebouwd heeft. Het belangrijkste nadeel vergeleken met een kruisantenne is niet zozeer de noodzaak om voor elk veld of object 12 uur waar te nemen (deze lange waarneemtijd is in vele gevallen tóch nodig om voldoende straling te verzamelen) als wel de omstandigheid dat bij lagere declinaties de hemeldraaiing te klein wordt om een behoorlijk scheidend vermogen in de noord-zuid richting te krijgen.

Het niet-aaneengesloten staan van de spiegels maakt dat men om een volledig beeld te krijgen de onderlinge afstanden van althans enkele spiegels moet variëren. Om dit te kunnen doen zijn twee van de twaalf 25-meter spiegels op rails opgesteld. Voor de volledige afbeelding moeten deze spiegels elk op vier verschillende punten geplaatst worden en zijn dus in totaal vier halve etmalen nodig. Na deze vier halve etmalen krijgt men van een veld van $\frac{1}{2}$ à 1° diameter een beeld, dat bij de golflengte van 21 cm waarop de telescoop thans werkt een "onscherpte" van ruwweg $20''$ in rechte klimming en $20''/\sin\delta$ in declinatie heeft. Bij een golflengte van 6 cm, waarop de telescoop begin 1972 zal werken, is deze onscherpte respectievelijk $6''$ en $6''/\sin\delta$. De kortste golflengte waarbij de telescoop bruikbaar zal zijn is ongeveer 3 cm. Op 't ogenblik worden uitsluitend continuüm- en polarisatiemetingen gedaan bij 21 cm (1415 MHz), met een bandbreedte van 4 MHz. Verwacht wordt dat tegen het eind van de zomer een eerste, nog heel beperkte, versie van een waterstoflijn-ontvanger gereed zal zijn, waarmee de verdeling en de beweging van het interstellair gas in nabije sterrenstelsels onderzocht zal worden.

Fig. 1 en 2 geven afbeeldingen van het instrument. Hier is alleen de staalconstructie en het bewegingswerk te zien.

Het ontvangersysteem leent zich minder goed voor afbeelding en bespreking in een overzicht als dit. Een belangrijk deel ervan is in een "doos" in het brandpunt van elke spiegel aangebracht, de rest in het centrale bedieningsgebouw dat nabij het midden van de rij reflectoren staat. Geheel onzichtbaar zijn de grotendeels ondergrondse kabels die de verschillende telescopen verbinden met de centrale ontvanger en die gedurende de waarneming voortdurend van lengte veranderd moeten worden. Voor dit en enkele andere doeleinden is een door Philips geleverde "on-line computer" ingebouwd. De verwerking van de gedurende de waarneming op magneetbanden verzamelde gegevens geschiedt op de IBM 360-50 computer van het Centraal Rekeninstituut van de Leidse Universiteit. De bijzonder omvangrijke programmering is ontworpen door Drs. Brouw te Leiden.

De nauwkeurigheid van de radiotelescopen en van hun posities op de oost-west lijn, en de nauwkeurigheid waarmee de fasen van de binnenkomende signalen met elkaar vergeleken kunnen worden, zijn zo groot dat posities van radiobronnen met een nauwkeurigheid van enkele tiende boogseconden gemeten zullen kunnen worden.

De telescoop meet niet slechts de intensiteit maar ook de polarisatie van de opgevangen straling. Dit is van groot belang omdat de bij radiogolflengten uitgezonden straling bijna altijd sterk gepolariseerd is, en de meting van de polarisatie inlichtingen verschaft over de structuur van het magneetveld in de radiobron.

In zijn combinatie van oplossend vermogen, fase-stabiliteit en gevoeligheid overtreft de Westerbork-telescoop thans alle andere bestaande radiotelescopen. Indien hij op voldoende korte termijn voorzien kan worden met lagere-ruis versterkers zal hij deze prominente plaats ook in de eerstvolgende jaren kunnen behouden, vooral als tevens tijdig voorzieningen getroffen worden om zijn oplossend vermogen verder op te voeren.

Een belangrijk deel van de grotere programma's die nu in Westerbork waargenomen worden is geconcentreerd op het vraagstuk van de activiteit in de kernen der sterrenstelsels. In de laatste twee decennia is het geleidelijk duidelijker geworden dat in de kernen van vele - wellicht zelfs van de meeste - stelsels een soort activiteit plaats vindt die af en toe tot bijzonder hevige eruptieve verschijnselen leidt. Welke enorme omvang deze "explosiviteit" kan aannemen blijkt in de z.g. quasars, waarin de kern de hele rest van het sterrenstelsel ver overstraalt.

Ook ons eigen Melkwegstelsel schijnt, zoals de waarnemingen in Dwingeloo aangeduid hebben, vijf à tien miljoen jaar geleden een enorm explosieve periode doorgemaakt te hebben. Over de condities die tot zulke eruptiviteit leiden weet men nog heel weinig. Vermoed wordt dat zij samenhangen met de zeer snelle rondwenteling van enorme, uit super-dichte materie bestaande massa's met sterke, ten opzichte van de rotatie-as gehelde, magneetvelden.

De "explosiviteit" in de kerngebieden gaat dikwijls gepaard met radio-emissie. In een aantal programma's in Westerbork wordt de radiostraling uit de kerngebieden van verschillende typen van sterrenstelsels en quasars onderzocht, in de hoop een verband te vinden tussen kern-activiteit en andere karakteristieken van deze stelsels, om daarmee misschien iets nader door te dringen in dit van zo fundamentele betekenis lijkende wetenschapsgebied.

Een programma waarmee men een bijdrage hoopt te kunnen leveren tot het doordringen in het mechanisme zelf, bestaat in metingen van circulaire polarisatie van de radio-emissie van een aantal heldere quasars. De waarnemingen zijn gezamenlijk gedaan met Engelse astronomen, die het eerst aanduidingen van het bestaan van zulke circulaire polarisatie gevonden hadden.

Sterke radiobronnen blijken soms andere stelsels die in hun omgeving liggen te kunnen "aansteken", zodat deze óók radiobron worden. Een belangrijk Westerbork-programma beoogt het onderzoek van dergelijke, en op vele andere wijzen op elkaar inwerkende sterrenstelsels.

De grootste opgave voor de Westerbork-telescoop is het onderzoek van de structuur van het heelal. Dit probleem is nauw verweven met dat van de evolutie der sterrenstelsels.

Omstreeks 1960 deed Ryle de wonderlijke ontdekking dat de bevolkingsdichtheid van radiobronnen in het verleden veel groter was dan tegenwoordig. In een tijdperk toen het heelal vijf maal jonger was, was deze dichtheid van de orde van duizend maal groter. Gaat men echter nog wat verder terug dan lijkt de bevolkingsdichtheid vrij plotseling sterk af te nemen. In Westerbork wordt thans een bronnen-survey gemaakt die nog wat dieper reikt dan de Cambridge-survey, in de hoop dat deze kan helpen meer inzicht in deze evolutie-verschijnselen te krijgen.

Voor de bepaling van de geometrie van het heelal lijkt het onderzoek van structuur, spectrum en polarisatie van de verste

waarneembare radiobronnen een van de meest belovende terreinen. Ook aan hierop gerichte programma's, waarvoor het Westerbork-instrument bij uitstek geschikt is, wordt thans begonnen.

Niet alle programma's zijn gericht op de wereld buiten het Melkwegstelsel. Er worden bijvoorbeeld gedetailleerde waarnemingen gedaan van grote wolk-complexen in onze meer direkte omgeving. Zulke wolk-complexen lijken de bakermat van nieuwe sterren te zijn.

Veel waarneemtijd zal ook besteed worden aan de kosmische Röntgenbronnen (zie hieronder).

Van de opgesomde onderzoeken zijn een aantal reeds voorlopig afgesloten; voor de meeste zijn de waarnemingen echter nog niet volledig.

De hoeveelheid gegevens die dagelijks uit Westerbork binnenkomt is groot, maar als gevolg van de meestal lange benodigde integratietijden ook weer niet zó groot dat de astronomische instituten in Leiden en Groningen die bij dit werk betrokken zijn, ze met alle hens aan dek niet aan zouden kunnen.

Enkele voorbeelden van gevonden resultaten.

Fig. 3 geeft een door de computer getekende afbeelding van een gebied van 1.3×1.3 rondom het spiraalstelsel Messier 51. Hij toont het resultaat van een volledige synthese van vier maal twaalf uur waarnemen. De computer heeft het verloop van de helderheid in dicht op elkaar liggende horizontale stroken getekend; ligt er een radiobron in zo'n strook dan vertoont de overigens vrijwel horizontaal verlopende lijn een piek waarvan de hoogte evenredig is met de sterkte van de bron. Zo ontstaat een soort drie-dimensionaal beeld.

Behalve de meer ingewikkelde structuur van Messier 51 in het midden van de plaat, waarop ik hieronder terugkom, ziet men over het hele veld een aantal hobbeltjes die duidelijk uitsteken boven de kleine algemene golvingen veroorzaakt door de ruis van de ontvanger. Elk van deze hobbels is een ver radiostelsel; geen van hen is ooit waargenomen. Tellingen van deze bronnen van verschillende helderheid, en bepaling van hun radiospectrum, hun structuur en polarisatie-eigenschappen worden gebruikt bij het onderzoek van het heelal. De gemiddelde afstand van de zwakkere bronnen is ongeveer tien miljard lichtjaren; zij bestonden toen het heelal ongeveer drie tot zes maal jonger was dan thans.



Fig.3.: Volledige synthese van een gebied van $1.3^\circ \times 1.3^\circ$ rondom de spiraalnevel Messier 51. De grote krommen die door de figuur lopen zijn delen van de elliptische "diffractie-ringen", die rondom alle radiobronnen liggen, en het gevolg zijn van de rangschikking van de reflectoren van de synthese-telescoop (zie ook de tekst). Bij het hier afgebeelde resultaat van een synthese van vier maal twaalf uur waarnemen met vier verschillende standen van ieder van de twee verrijdbare reflectoren heeft de binnenste diffractie-ring een halve kleine as in de rechte-klimring richting (de horizontale richting) van 0.7° ; in de verticale coördinaat (de declinatie richting) is deze een factor cosecans van de declinatie groter; in dit geval is de factor 1.36. De opvallende van onder tot boven door het veld lopende ellipskromme, een beetje rechts van Messier 51, is afkomstig van de heldere bron die aan de linkerkant van de figuur, op ongeveer $3/5$ van de hoogte te zien is.

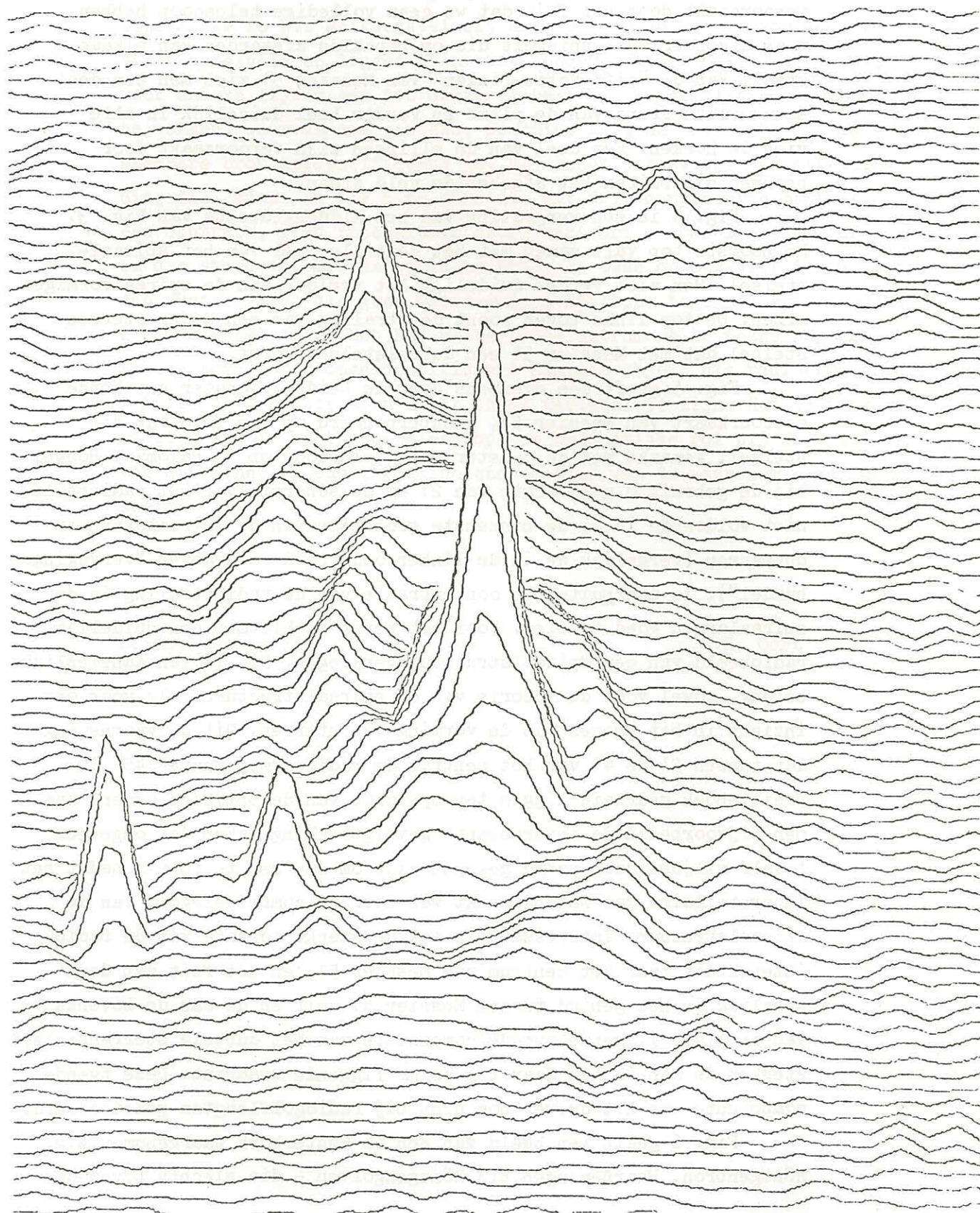


Fig. 4.: Vergroting van het middelste gedeelte van Fig. 3.

Opvallende verschijnselen in Fig. 3 zijn de ellipsvormige krommen die op allerlei plaatsen door de figuur lopen. Deze zijn te wijten aan de diffractie van de straling van de sterkere bronnen, veroorzaakt door het feit dat we geen volledige telescoop hebben maar afzonderlijke spiegels die op bepaalde afstanden van elkaar staan. Van de "diffractie-ringen" van Messier 51 ziet men een deel aan de linkerrand van de plaat en verder heel duidelijk in alle vier de hoeken. Een deel van de ellipsen zijn veroorzaakt door bronnen die buiten het afgebeelde veld staan.

Fig. 4 is een vergroting van het middengedeelte van Fig. 3. De hoogste top valt samen met het centrale deel van het spiraalstelsel. Men ziet verder duidelijk het verloop van de spiraalvormige armen. De top links boven toont de straling van een ander sterrenstelsel dat met Messier 51 een dubbelstelsel vormt.

Fig. 5 geeft een eveneens door de Leidse computer getekende contourkaart van Messier 51, gesuperponeerd op een foto van dit stelsel, gemaakt met de 5-meter Hale telescoop op Mt Palomar. Hoewel bij de gebruikte golflengte van 21 cm de scherpte van het radiobeeld niet voldoende is om de binnenste gedeelten van de spiraalarmen te ontwarren (vergelijk de in de linker onderhoek aangegeven "vervagingsbundel"), is daarbuiten de concentratie van de radiostraling in de spiraalarmen goed te zien. Voor het eerst is hiermee een duidelijk radiobeeld van een spiraalstructuur verkregen. Dit is van aanzienlijk belang, zowel voor de theorie van de spiraalstructuren als voor ons inzicht in het proces van de vorming van sterren. Uit de waarneming dat tussen 2' en 4' van het centrum de radio-armen ruwweg 45° in positiehoek gedraaid liggen ten opzichte van de optische armen, kan men bijvoorbeeld de interessante gevolgtrekking maken dat ongeveer twaalf miljoen jaar nodig geweest zijn om sterren te vormen nadat het interstellaire gas samengedrukt was door de compressiegolf van de spiraalstrucuur. Interessant is ook de sterke toename van de radiointensiteit naar het centrum van Messier 51, en het feit dat deze straling in het gebied tussen Messier 51 zelf en de aan de bovenkant van de plaat liggende tweede componente van het dubbele sterrenstelsel sterker is dan in het daar tegenover liggende kwadrant. Deze tweede componente was tot dusver nog niet bij radiogolflengten gedetecteerd.

Fig. 6 geeft een beeld van een in Westerbork waargenomen z.g. Röntgenbron. Waarnemingen bij Röntgengolven - die slechts boven de

aardatmosfeer gedaan kunnen worden - hebben sedert enkele jaren het bestaan aangetoond van kosmische bronnen van Röntgenstraling. Sommige van deze bronnen zijn geïdentificeerd met resten van oude supernovae in het Melkwegstelsel; andere zijn de kernen van actieve sterrenstelsels en liggen tien- tot honderd-duizendmaal verder weg; weer andere lijken een tot dusver geheel onbekende klasse van objecten te vormen, waarvan nog pas één, Scorpius X-1, met een optisch waarneembare bron geïdentificeerd is. Hij zendt ook zwakke radiostraling uit, die, zoals in Fig 6 te zien is, uit drie componenten bestaat: een centrale, wier intensiteit sterk varieert - soms in enkele uren -, en die samenvalt met de optische bron, en twee op ongeveer 1.5 afstand aan wwerszijden, die geen waarneembare optische tegenhangers hebben en niet variabel zijn. Met het Westerbork-instrument is thans nog een tweede tot dusver ongeïdentificeerd Röntgen-object als radiobron geïdentificeerd. Ook deze bron lijkt sterk variabel te zijn. Het is te verwachten dat de synthese-telescoop een belangrijke rol bij de ontwikkeling van dit geheel nieuwe, fascinerende gebied van de astronomie zal gaan spelen.

Leiden, juni 1971

J.H. Oort

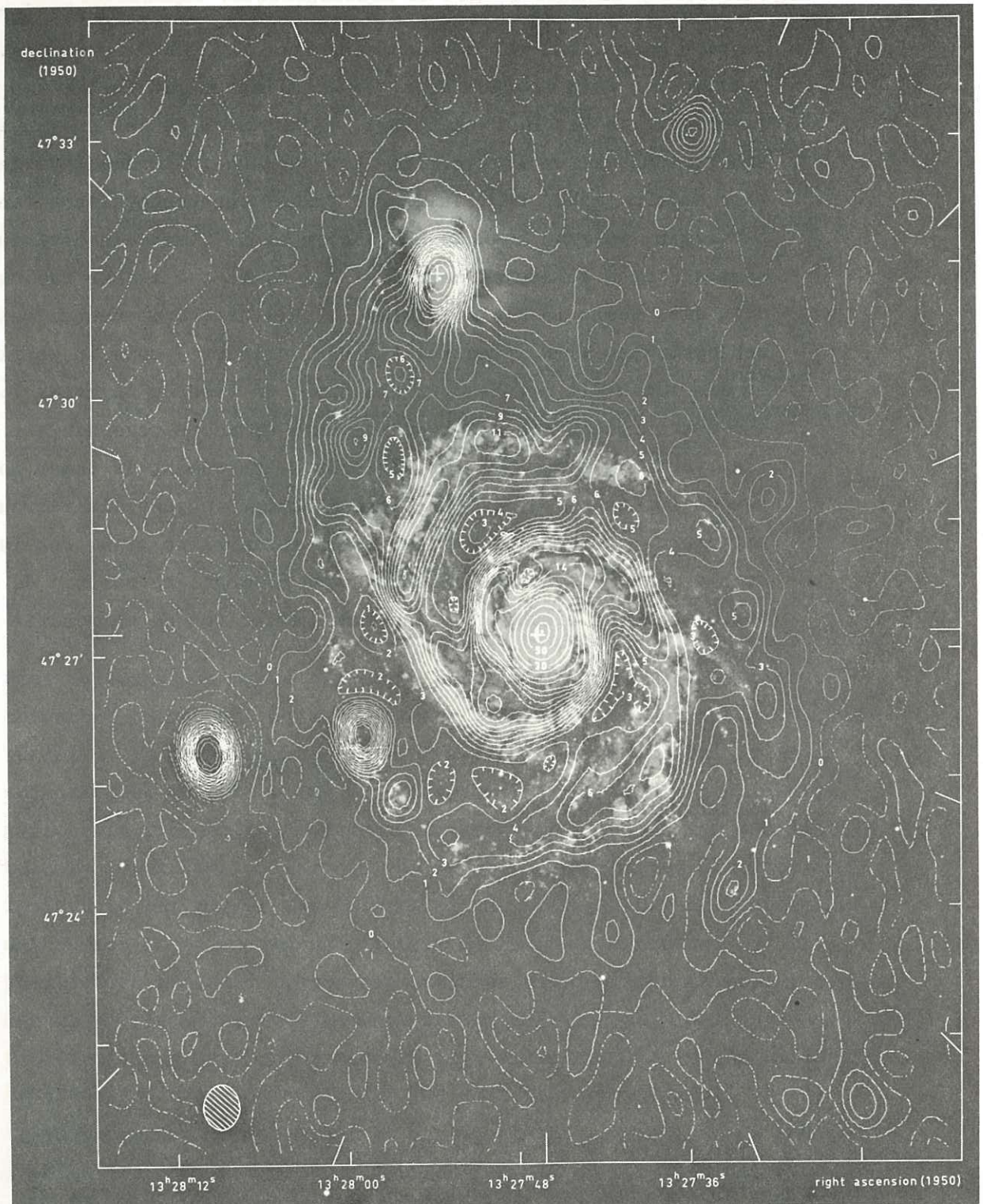


Fig. 5.: Optische en radio-afbeelding van het spiraalstelsel Messier 51. De contouren geven lijnen aan van gelijke oppervlakte-helderheid bij 21 cm golflengte. De scherpte van de bundel van de synthese-telescoop is in de linker onderhoek te zien, gearceerde ellips. Hij is scherp genoeg om de spiraalarmen behoorlijk af te beelden, behalve in het centrale gedeelte. Van de twee sterke bronnen links van het centrale deel is de dichtstbijzijnde vermoedelijk de rest van een, één of twee eeuwen geleden in Messier 51 opgevlamde, supernova. De andere is waarschijnlijk een veel verder weggelegen radiostelsel. Geen van beide heeft men tot nu toe optisch kunnen waarnemen.

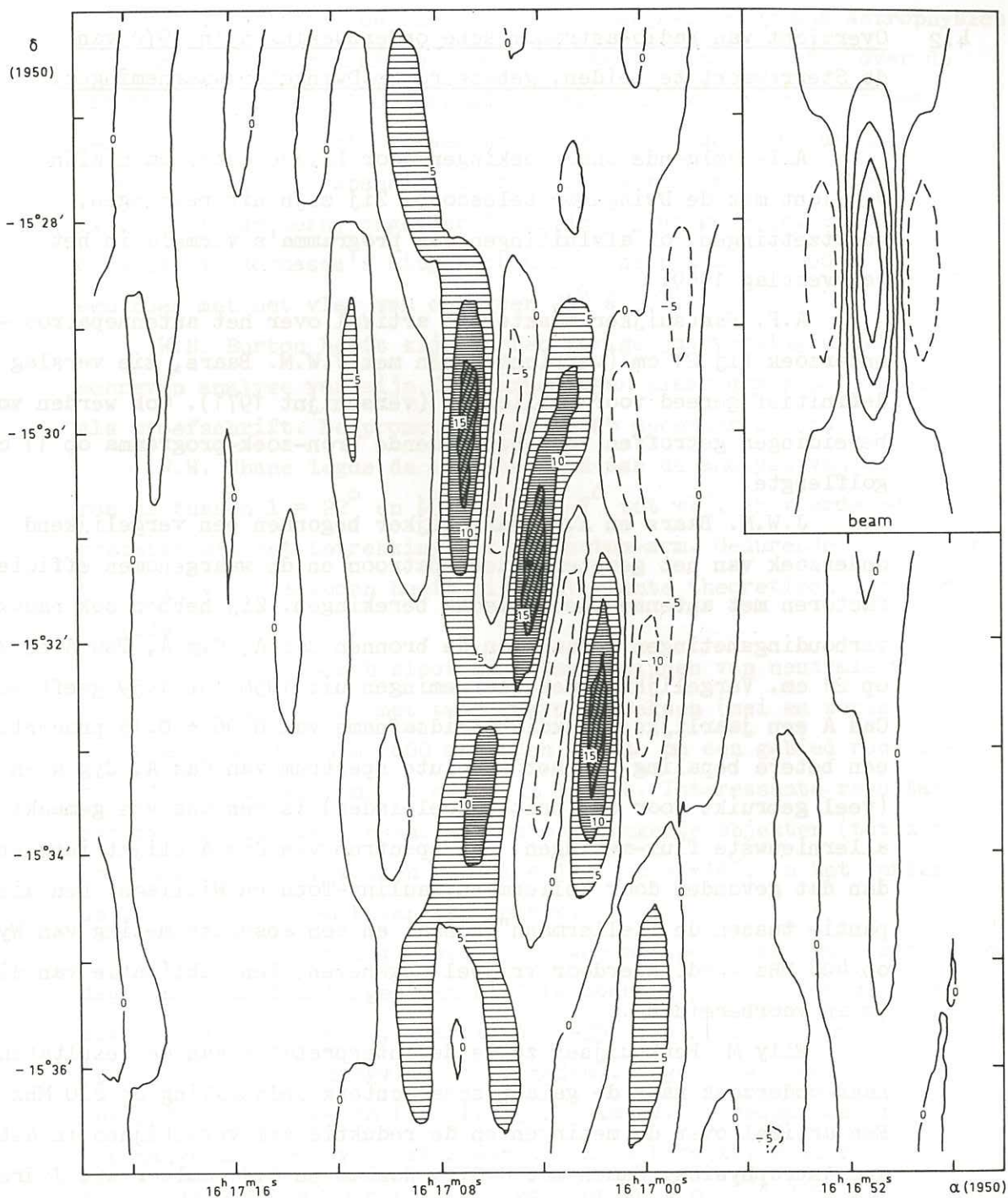


Fig. 6.: Radiostraling van de "Röntgenbron" Scorpius X-1.

De bron staat bij lage declinatie ($-15^{\circ}5'$); daardoor is de bundel van de synthese-telescoop in de declinatie-richting een factor 4 uitgerekt (het "antenne-patroon" is in de rechterbovenhoek aangegeven). De drie heldere ellipsen in het midden van de figuur zijn de in de tekst beschreven componenten van de Röntgenbron. Hun uitgerekte vorm is geheel veroorzaakt door de afbeeldingsfout van de radiotelescoop. De overige contourlijnen in de figuur zijn het gevolg van de "ruis" in de ontvanger. Getallen langs de rand geven rechte klimming en declinatie in graden en, in kleinere letter, de contourhelderheden aan.

4.2 Overzicht van radio-astronomische onderzoeken in 1970 van de Sterrewacht te Leiden, gebaseerd op Dwingeloo-waarnemingen.

Alle volgende onderzoeken door Leidse astronomen zijn verricht met de Dwingeloo telescoop. Zij zijn uitbreidingen, voortzettingen, of afsluitingen van programma's vermeld in het jaarverslag 1969.

A.P. Hartsuijker maakte het artikel over het antennepatroon-onderzoek bij 21 cm (verricht samen met J.W.M. Baars, zie verslag 1969) definitief gereed voor publicatie (verschijnt 1971). Ook werden voorbereidingen getroffen voor het komende bron-zoek-programma op 11 cm golflengte.

J.W.M. Baars en A.P. Hartsuijker begonnen een vergelijkend onderzoek van het gemeten antennepatroon en de waargenomen efficiency-factoren met antenne-theoretische berekingen. Zij hebben ook nauwkeurige verhoudingsmetingen gedaan van de bronnen Cas A, Cyg A, Tau A en Vir A op 21 cm. Vergelijking met waarnemingen uit 1956 tot 1959 geeft voor Cas A een jaarlijkse fluxdichtheidsafname van 0.96 ± 0.15 procent. Voor een betere bepaling van het absolute spectrum van Cas A, Cyg A en Tau A (veel gebruikt voor calibratie-doeleinden) is een analyse gemaakt van de allernieuwste flux-metingen. Het spectrum van Cas A blijkt iets steiler dan dat gevonden door Kellermann, Pauliny-Toth en Williams. Een discrepantie tussen de "Kellermann"-schaal en een absolute meting van Wyllie op 408 MHz wordt hierdoor vrijwel opgeheven. Een publicatie van dit werk is in voorbereiding.

Elly M. Berkhuijsen zette de interpretatie van de resultaten van haar onderzoek naar de galactische achtergrondstraling op 820 MHz voort. Een artikel over de metingen en de reductie zal verschijnen in Astronomy and Astrophysics. Samen met C.G.T. Haslam en C.J. Salter uit Jodrell Bank heeft zij een onderzoek ingesteld naar een verband tussen neutrale waterstof en de "North Polar Spur". Voorlopige resultaten zijn in Nature gepubliceerd; een uitvoeriger artikel is in voorbereiding.

T.A.Th. Spoelstra zette zijn onderzoek van de lineaire polarisatie van de galactische achtergrondstraling bij 1415 MHz voort met twee waarnemereeksen: december 1969 tot en met januari 1970 (waarnemingen in het "Cetus Arc"-gebied) en oktober 1970 tot en met januari 1971 (voornamelijk "Loop III"-gebied). De reducties zijn gevorderd tot en met de "Cetus Arc"-periode; de resultaten blijken goed in overeenstemming met waarnemingen elders. Het bleek dat de variaties in de strooipolarisatie niet gecorreleerd zijn met de dag-en-nacht-cyclus doch met de sterrentijd, en daarom werd in de laatste periode ook overdag gemeten. Een artikel over de waarnemingen

van 1968 kwam gereed en is opgestuurd naar Astronomy and Astrophysics.

P.C. van der Kruit besloot zijn theoretische studie over de effecten, die de in 1969 gevonden uitstoting van HI gas uit het centrale deel van het Melkwegstelsel heeft op de structuren in dat centrale deel. De expansies hier kunnen verklaard worden door een explosie in de kern, ongeveer 12 miljoen jaar geleden. In totaal zijn ongeveer 10 zonmassa's uitgestoten met snelheden tot 600 km/s en onder een hoek met het vlak van ongeveer 25° à 30° .

W.B. Burton heeft zijn in het vorige jaarverslag uitvoerig beschreven analyse van zijn HI waarnemingen klaar gemaakt voor publicatie als proefschrift. De promotie vond op 25 december plaats.

W.W. Shane legde de laatste hand aan de analyse van waarnemingen van HI tussen $l = 22^{\circ}$ en 42° en $b = -7^{\circ}$ tot $+7^{\circ}$, en voerde een interpretatie uit met betrekking tot de Scutum-arm. Gedurende een buitenlands verblijf van 4 maanden heeft hij aanverwante theoretische problemen bestudeerd.

A.N.M. Hulsbosch sloot zijn waarnemingen van neutrale waterstof bij hoge snelheden af met twee waarneemreeksen (mei en september). Het merendeel van de ruim 1800 metingen diende om een gebied rond $l = 115^{\circ}$, $b = +10^{\circ}$ op te vullen tot een $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ net. Interessante resultaten waren een tweetal uit de Perseus-arm omhoog stekende objecten (tot $z = 1.7$ kpc) en een cluster van wolken rond $l = 122^{\circ}$, $b = +14^{\circ}$, in het verlengde van de vroeger gevonden keten van wolken.

J. van Kuilenburg besloot in twee meetperiodes van elk ruim dertig dagen zijn driftmetingen van HI. Afgezocht zijn nu stroken langs de hemel elke 2.5° in declinatie, waarbij $\delta \geq -35^{\circ}$ (de Dwingeloo-horizon) en $|b| \geq 15^{\circ}$ (het Melkwegvlak is vermeden). Negatieve zowel als positieve snelheden zijn gemeten ($50 \leq |V| \leq 250$ km/s). De reducties zijn voltooid; een nauwkeurigheid van beter dan 0.5 K is bereikt. Nieuwe negatieve-snelheidswolken zijn niet gevonden; een wolk op $l \approx 265^{\circ}$, $b \approx +20^{\circ}$ met $V = +220$ km/s lijkt enig in zijn soort boven de Dwingeloo-horizon. Een gedeelte van het werk kwam klaar voor publicatie en is geaccepteerd door Astronomy and Astrophysics Supplements.

F. Israel vorderde met de component-analyse van HI waarnemingen op lage breedte, een uitbreiding van het werk dat door M.E. Kepner in 1970 is gepubliceerd.

J.H. Oort publiceerde een uitgebreide analyse omtrent het ontstaan van Melkwegstelsels en de oorsprong van hoge-snelheidswaterstof, gebaseerd op vroegere waarnemingen van HI met hoge en intermediaire snelheden.

4.3 Overzicht van radio-astronomische onderzoeken in 1970 van het Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn" te Groningen.

Het reeds jaren durende onderzoek naar de eigenschappen van neutrale waterstof in associaties van jonge sterren en interstellair gas werd voortgezet. R. Sancisi en H. van Woerden brachten het onderzoek van waterstof in de associaties in Lacerta, Perseus, Taurus en Scorpius-Ophiuchus dicht bij voltooiing. M. Klomp en J. de Vries leverden vitale bijdragen tot de software voor computer-verwerking. R. Sancisi, H. van Woerden en Jacqueline van Gorkum bestudeerden de waterstof in het gebied van λ Orionis. R. Sancisi onderzocht de relaties tussen waterstofgas en donkere wolken in Taurus, Perseus Orion en Ophiuchus.

U.J. Schwarz vervolgde, tesamen met A.H. Rots, zijn uitvoerige studie van de structuur en kinematica van neutrale waterstof in een gebied in Camelopardalis. U.J. Schwarz ontwierp een aantal modellen ter weergave van de eigenschappen der waterstofwolken. A.H. Rots, U.J. Schwarz en H. van Woerden voltooiden een kritische studie van de door C.E. Heiles (Green Bank, U.S.A.) gevonden "cloudlets", de kleinste categorie van interstellaire wolken.

P.R. Wesselius, R.J. Allen en J. Lequeux (Meudon, Frankrijk) deden met de grote radiotelescoop van Nançay (Frankrijk) waarnemingen van de absorptiespectra van radiobronnen bij 21 cm. Uit een vergelijking van deze absorptiespectra met in Dwingeloo gemeten emissieprofielen tracht P.R. Wesselius de temperaturen van een aantal waterstofwolken af te leiden.

I. Fejes en P.R. Wesselius vervolgden hun analyses van de eigenschappen van neutrale waterstof op hoge galactische breedten, aan de hand van de grote survey van C.R. Tolbert. Fejes bestudeerde de relaties tussen neutrale waterstof en de "Spurs" in het radio-continuum. Hij vond een sterke correlatie van waterstof met Loop IV. In dit gebied, rondom het sterrenbeeld Virgo, vertoont de waterstof duidelijk expanderende bewegingen.

P.R. Wesselius en R. Sancisi onderzochten de correlaties tussen (waterstof)gas en (absorberend)-stof, op grond van een vergelijking van de resultaten van Tolbert's survey met tellingen van extragalactische nevels.

D.A. Beintema en H. van Woerden maken een vergelijking van de eigenschappen van interstellair calcium en van neutraal waterstofgas,

waargenomen in dezelfde richting. De calcium-waarnemingen berusten op spectra, door H. van Woerden opgenomen met de 100-inch coudé op Mount Wilson (California).

H.J. Habing nam, tijdens zijn verblijf in Berkeley (California), deel aan een survey van neutrale waterstof op intermediaire gelactische breedten, tesamen met C.E. Heiles en G. Grasdalen.

Naast deze studies van neutraal waterstofgas in het Melkwegstelsel, grotendeels in de direkte omgeving van de Zon, hebben medewerkers van het Kapteyn Laboratorium zich bezig gehouden met neutrale waterstof in andere sterrenstelsels. R.J. Allen deed, tesamen met B.F. Darchy en R. Lauqué, in Nançay (Frankrijk) metingen van waterstof in Seyfert-stelsels. A.H. Rots assisteerde M.S. Roberts (Green Bank, U.S.A.) bij de analyse van waterstof in enkele nabije stelsels.

D.H. Rogstad maakte een uitvoerige studie van de verdeling en bewegingen van neutrale waterstof in het sterrenstelsel Messier 101. Zijn waarnemingen werden verkregen met de interferometer van Owens Valley (California) volgens de synthese-methode; de analyse geeft sterke aanwijzingen dat in M 101 de spiraalstructuur en het bewegingsveld aan de theorie der verdichtingsgolven voldoen. D.H. Rogstad en A. Bosma analyseerden waterstof in Messier 82, eveneens op grond van waarnemingen uit Owens Valley. D.H. Rogstad en H. Olthof bestudeerden de effecten die verbuiging van het vlak van een sterrenstelsel te weeg brengt in het waargenomen snelheidsveld.

J.A. Högbom bewerkte zijn in Green Bank (U.S.A.) verkregen synthese-waarnemingen van de helderheidsverdeling en polarisatie van extragalactische radiobronnen in het continuum. Hij ontwikkelde daartoe speciale Fourier-inversiemethoden voor apertuursynthese bij onvolledige bedekking van het (u,v)-vlak.

U.J. Schwarz deed, tesamen met J.B. Whiteoak, met de interferometer van Parkes (Australia) waarnemingen van de helderheidsverdeling en lineaire polarisatie-structuur bij 1410 MHz van zuidelijke uitgebreide bronnen.

U.J. Schwarz maakte een studie aangaande de optimale bandbreedte voor detektie van zwakke signalen.

R.J. Allen, D.H. Rogstad en U.J. Schwarz ontwierpen een radio-interferometer voor onderwijs-doeleinden. De interferometer is in aanbouw en zal op het terrein van de Subfaculteit Wis-, Natuur- en Sterrenkunde te Groningen worden geplaatst.

R.J. Allen maakte berekeningen over stralingsprocessen in kosmische objecten.

4.4 Het Bureau

Voornamelijk door onderbezetting kwam het Bureau wat moeizaam op gang. In de tweede helft van het jaar werden enkele vakatures vervuld en werd het Bureau met een volledige crew aan boord op de juiste koers gelegd. Het opzetten van een magazijnadministratie werd begin 1970 afgerond. De secretariaatswerkzaamheden voor de Werkgroep werden van Dr. Baars overgenomen. Ir. van der Brugge werd ontlast van de werkzaamheden het personeel betreffende.

De voorbereiding voor een drietal bouw-objekten werd ter hand genomen; het betreft de bouw van een dienstwoning te Hooghalen voor de ontvangeringenieur, een tijdelijk gebouw voor de Zonnegroep te Dwingeloo en de uitbreiding van het dienstgebouw van de Sterrenwacht te Westerbork.

Door middel van regelmatig opgemaakte financiële overzichten werden de Werkgroepleden op de hoogte gehouden van de stand van de budgetten.

Aan het eind van het jaar werd een belangrijk deel van het secretariaatswerk voor het Bestuur overgenomen van Dr. H. van Woerden. Met de medewerkers van Z.W.O. wordt een regelmatig telefonisch en persoonlijk contact gehouden over de gemeenschappelijke zaken.

4.5 Laboratorium en Waarneemstation Zon

4.5.1 Beleidsbeslissing

In 1970 werd op grond van een aantal overwegingen, waaronder de gegeven financiële omstandigheden en de wetenschappelijke problematiek ten aanzien van de solaire radio-astronomie de belangrijkste plaats innamen, besloten om de waarnemingsactiviteiten van de Werkgroep Radiostraling van de Zon over te brengen naar het observatorium te Dwingeloo, met dien verstande dat de 25-meter-radiotelescoop mede beschikbaar zal komen voor het zon-onderzoek. Voor de doorlopende bewaking van de zon en voor positiebepalingen zullen in Dwingeloo twee 7.5 meter-spiegels ter beschikking staan (waarvan er zich momenteel één te Nera bevindt). Voorts werd besloten tot een intensivering van de inspanningen op het gebied van de theoretische interpretatie en werd een mogelijkheid daartoe gecreëerd.

4.5.2 Instrumentarium

De 60 kanalen van de radiospectrograaf, die aanvankelijk het interval van 160 tot 320 MHz bestreken, werden in de loop van het jaar geconcentreerd in de band van 160 tot 200 MHz. In juli kwamen de polarisatiekanalen gereed, waardoor op de film nu ook de toestand der circulaire polarisatie wordt weergegeven.

Een pilootsysteem voor de sturing van de radiotelescopen werd in gebruik genomen. Dit systeem werd ontwikkeld door het Laboratorium te Kootwijkradio in samenwerking met P.T.T. en de werkplaats van de Utrechtse Sterrenwacht. Eveneens in samenwerking met de werkplaats van de Sterrenwacht werd een nieuwe camera ontwikkeld die speciaal is aangepast aan de eisen van de radiospectrograaf.

Vorbereidingen werden getroffen om de 400-MHz 8 kanaalsontvanger in het dagelijks waarnemingsprogramma op te nemen door overbrenging der signalen langs een telefoonlijn naar de behuizing van de radiospectrograaf.

Er werd besloten tot bestelling van digitale registratie-apparatuur ten behoeve van de verwerking van de spectrograafgegevens.

Helaas kwam de ontwikkeling van een geautomatiseerde registreertechniek ten behoeve van interferometrie tot stilstand tengevolge van het vertrek van de heer H. Antonides. Pogingen om in deze vakature te voorzien hadden geen resultaat.

4.5.3 Planning

In samenwerking met het Bureau van de Stichting werden voorbereidingen getroffen met het oog op de aanstaande verhuizing van het waarnemingsstation en van het laboratorium naar Dwingeloo. Bij de nodige technische voorzieningen waren de centrale technische dienst te Dwingeloo en de werkplaats van de Sterrenwacht te Utrecht betrokken.

4.5.4 Het waarnemingsprogramma

1. De radiospectrograaf

Radiospectrografische waarnemingen vonden plaats op 154 dagen (vgl. 85 dagen in 1969; de toename is te danken aan de grotere bedrijfszekerheid van de apparatuur). Deze dagen waren als volgt verdeeld over aaneengesloten periodes:

50 %	der	dagen	viel	in	een	periode	met	een	duur	van	1 - 3	dagen;
30 %	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1 - 2	weken;
20 %	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2 - 3	weken.

Periodes waarin geen waarnemingen plaatsvonden waren als volgt verdeeld:

35 %	hadden	een	duur	van	1	dag;
35 %	"	"	"	"	ca. 1	week;
30 %	"	"	"	"	ca. 2	weken.

De gemiddelde waarnemingsduur per dag bedroeg $8\frac{1}{2}$ uur, waarbij op

16 %	der	dagen	de	duur	bedroeg	1 - 3	uren;
40 %	"	"	"	"	"	3 - 8	uren;
44 %	"	"	"	"	"	8 - 15	uren.

(Korte waarnemingsduren (1 - 3 uren) hielden verband met òf het niet doorzetten van verwachte zonsactiviteit (11 %) òf met zonsactiviteit die begon kort voor zonsondergang dan wel eindigde kort na zonsopgang (5 %).

Op 31 dagen was de spectrograaf buiten bedrijf wegens onderhoud, modificatie of reparatie; daarbij inbegrepen zijn 11 dagen wegens werkzaamheden aan de telescoop en 2 dagen wegens uitvallen van de netspanning.

Om een indruk te krijgen van de trefkans (dat is de fractie van werkelijk waargenomen gebeurtenissen ten opzichte van alle gebeurtenissen die waargenomen hadden kunnen worden) werd een vergelijking gemaakt met de radio-uitbarstingen van type II en type IV zoals die werden

gerapporteerd in de ESSA Solar-geophysical data. Hieruit volgt dat ca. 50 % van deze gebeurtenissen, voorzover ze plaatsvonden in uren overdag te Nera, getroffen werden. Van de gemiste gebeurtenissen viel 1/3 gedeelte in het weekeind, 1/3 gedeelte trad op voor of na diensttijd, 1/6 gedeelte viel in periodes van onderhoud, reparatie e.d. en 1/6 gedeelte van de gemiste gebeurtenissen was het gevolg van pech.

2. De zonsbewaking

Het dagelijks waarnemingsprogramma op frequenties 9500, 3000, 610 en 200 MHz, de interferometrische plaatsbepaling op 250 MHz en de optische waarnemingen werden voortgezet onder supervisie van personeel van het Radiolaboratorium van P.T.T. Het op deze wijze verkregen overzicht van de radio-zonsactiviteit geeft waardevolle steun aan de programmering van de radiospectrograaf en de beoordeling van de daarmee waargenomen activiteit.

Halverwege het jaar werd besloten om op te houden met de publicatie van de radio-zonnegegevens (flux, uitbarstingen en posities), zoals die sinds 1952 ten behoeve van de internationale uitwisseling door Nera verzorgd waren. Dit ingrijpende besluit moest worden genomen omdat de waarnemer van de Sterrenwacht, E. Landré, steeds meer in beslag werd genomen door werkzaamheden in verband met de radiospectrografie.

In dit verband zij met grote erkentelijkheid vermeld dat de heer J.G. Bastiaans onverminderd zijn gewaardeerde medewerking kon blijven verlenen aan de compilatie van radio-zonnegegevens ten behoeve van het Quarterly Bulletin on Solar Activity. De omvang van dit werk nam eerder toe dan af, wegens het voortdurend hoge niveau van de zonsactiviteit en het grote aantal in de zonsbewaking deelnemende stations. De selectie en het uittypen der tabellen geschiedt te Utrecht onder supervisie van A.D. Fokker.

4.5.5 Onderzoek

1. Bestudering van het waarnemingsmateriaal

Aan de bestudering van de radiospectrografische films werd deelgenomen door A.D. Fokker, T. de Groot, J.P. Loonen, J. Rosenberg en C. Slottje. J. Rosenberg hield zich uitvoerig bezig met de inventarisatie der fenomenen en voltooide de discussie van de z.g. "pulsating structure".

C. Slottje maakte een uitvoerige studie van een radio-gebeurtenis die op 2 maart werd waargenomen en waarin allermerkwaardigste structuren optraden. De solaire oorsprong van dit verschijnsel werd bevestigd door waarnemingen elders. Dankzij het oplossend vermogen van de radiospectrograaf in tijd en frequentie komen de details van deze gebeurtenis op de radiospectrografische films in hun volle curiositeit tot uiting, beter dan in de waarnemingen van andere observatoria.

T. de Groot bediscussieerde een aantal karakteristieken van de diverse typen radiostoten, zoals die op de films verschijnen, mede tegen de achtergrond van zijn vroegere werk en van de langzamerhand ingeburgerde doch iewat gesimplificeerde opvattingen ten aanzien van de fenomenologie der radiostoten.

J.P. Loonen begon met een systematisch onderzoek naar de zogenaamde ketens in ruisstormen van type I, terwijl A.D. Fokker speciaal aandacht schonk aan enkelvoudige stormstoten die een drift in frequentie vertonen.

Belangstelling voor het waarnemingsmateriaal werd ondervonden van collega's uit Meudon en uit Ukkel: J.L. Bougeret, G. Daigne, Cl. Mercier (Meudon) en P. Cugnon (Ukkel) kwamen naar Utrecht om gedurende 1 à 2 weken de films te bestuderen. Waarnemingsmateriaal werd uitgewisseld met o.a. A. Abrami te Triëst.

2. Overige werk

J. Rosenberg hield zich bezig met de theorie van het Razin-effect (een effect dat voortvloeit uit de invloed van een plasma op de door een snel electron uitgezonden gyro-synchrotronstraling), met de magnetohydrodynamische verschijnselen van een magnetische fluxbuis en met de mogelijkheid van het optreden van circulaire polarisatie in de straling van extragalactische radiobronnen.

H.G. van Bueren en M. Kuperus trokken op grond van de eigenschappen van m.h.d. schokgolven een consequentie ten aanzien van de bepaling van de snelheden daarvan uit de waargenomen driftsnelheden van type II uitbarstingen.

4.5.6 De samenwerking met P.T.T.

De samenwerking met personeelsleden van P.T.T., zowel te Kootwijkradio als te Nera, werd op bijzonder prettige wijze voortgezet.

Ondanks het feit dat het belang dat P.T.T. hecht aan radio-astronomische waarnemingen van de zon sterk is teruggelopen en dienovereenkomstig het daarbij betrokken personeel tot een minimum is teruggebracht, werd binnen de grenzen van het mogelijke alle medewerking verleend en werd de gastvrijheid, waarvan het radio-zonswerk al jarenlang profiteert, onverminderd gehandhaafd.

Appendix: Fijnstructuur in een type IV uitbarsting

Sommige uitbarstingen van type IV (dat zijn grote, met een zonnevlam geassocieerde, verhogingen van het ruisniveau over een groot gedeelte van het radiospectrum), die met de radiospectrograaf zijn waargenomen, vertonen een merkwaardige fijnstructuur, zowel in emissie als in absorptie.

In dit opzicht bijzonder opmerkelijk was een type IV uitbarsting die plaatsvond op 2 maart 1970. De solaire oorsprong van het eigenaardig gedrag van deze gebeurtenis werd bevestigd door een uitvoerige vergelijking met radiospectrografische waarnemingen van de observatoria te Weissenau en te Fort Davis en met snellopende registraties op 237 en 240 MHz, verkregen resp. te Triëst en te Kiel. Een overzicht van deze gebeurtenis over het hele radiospectrum werd verkregen door een spectraal diagram af te leiden uit fluxregistraties op 18 frequenties, verspreid tussen 40 en 9400 MHz. Bepaalde (marco-)structuren die in dit diagram tot uiting komen, lijken in verband te staan met het optreden van patronen op de spectrograaffilm waarvoor de naam "kikkervis-structuur" ("tadpole") is ingevoerd.

De fijnstructuur zoals die op de film tot uiting komt, vertoont een rijke verscheidenheid aan vormen; hieronder is de kikkervis-structuur een nieuwe, niet eerder waargenomen, verschijningsvorm. Zo'n structuurelement heeft een duur van ca. 0.3 sec en bestaat uit een absorptie-romp, ruim 5 dB diep, met een bandbreedte en een duur van ca. 0.1 sec, alsmede uit een "emissie-staart" aan de laagfrequent zijde, met sterk veranderlijke bandbreedte. Merkwaardig is dat de kikkervisstructuren in sommige fasen van de uitbarsting allemaal wel een emissieoog vertonen, maar in andere fasen juist in het geheel niet. Ook de emissiestaarten laten in een aantal gevallen verstek gaan. Andere structuurelementen kunnen worden geïdentificeerd met verschijnselen (vooral in het dm-gebied) die al wel in de literatuur zijn gesignaleerd.

Opmerkelijk is ook het optreden van een grensfrequentie, tussen 220 en 240 MHz, die de scheidslijn lijkt te vormen tussen twee verschillende regimes. Aan de hoogfrequente zijde van deze grens ziet men de kikkervispatronen; deze worden bij de grensfrequentie abrupt gesmoord. Een tegelijk hiermee optredende z.g. "pulsating structure" manifesteert zich weliswaar aan beide zijden van de overgangsfrequentie, maar raakt aan de hoogfrequente zijde daarvan sterk in fase achter, zelfs tot in tegenfase toe.

Ook in andere gebeurtenissen wordt soms zoiets als een overgangsfrequentie aangetroffen; het is in ditzelfde frequentiegebied dat de veelvuldigheid van stormstoten, naar de hoogfrequente zijde toe, sterk afneemt. Dit lijkt een bijzonder significant waarnemingsgegeven te zijn, dat zich evenwel vooralsnog aan theoretische interpretatie heeft onttrokken.

4.6 Telescoopgroep Dwingeloo

Door de afbouw van de Synthese-telescoop heeft de Dwingeloo-telescoop ook in 1970 weinig aandacht van de technische staf van de Stichting kunnen ontvangen. De reeds lang geplande 11 cm-ontvanger is in april 1971 gereed gekomen. In de jaarlijkse revisieperiode is vrijwel uitsluitend aandacht geschonken aan de elektrische apparatuur. De afbouw van de S.R.T. verhinderde de montage van een nieuwe kabelboom naar het brandpunt en werkzaamheden aan de aandrijfsystemen.

Toenemende last werd ondervonden van een grote speling in de elevatieaandrijving, die positiefouten van 0.1° veroorzaakt. Ook de coördinaten-transformator, de "piloot", laat af en toe aan betrouwbaarheid te wensen over. Nu de telescoop door zijn beter en nauwkeuriger reflectorvlak in principe geschikt is voor de kortere golflengten, beperken de positioneringson nauwkeurigheden de mogelijkheden. Om hierin verbetering te brengen, wordt een aantal maatregelen genomen, die gedeeltelijk in 1970 zijn begonnen. Daartoe behoort een verbetering van de railbaan voor de azimuth-beweging, die door Stork-Amsterdam werd voltooid in het voorjaar van 1971. Door R.J.H. van 't Land is, met verdere assistentie van de Centrale Technische Dienst en de Laboratoriumgroep, de verbetering en modernisering van de aandrijving en positie-uitlezing ter hand genomen. De voorlopige resultaten zijn goed en de verwachting lijkt gerechtvaardigd, dat in 1971 de telescoop een positioneringssysteem zal krijgen, dat waarnemingen op 6 cm golflengte zonder meer mogelijk maakt.

H.W.H. Meyer is, in samenwerking met A. Doorduyn, begonnen programma's te ontwikkelen, waarmee bepaalde tot nu toe met de hand uitgewerkte metingen met de in Dwingeloo aanwezige computer kunnen worden verwerkt. Op een vergadering van de huidige en mogelijke toekomstige gebruikers van de telescoop, die in november 1970 werd gehouden, is erop aangedrongen de telescoop te voorzien van een flexibel en in hoge mate geautomatiseerd besturingssysteem, en tevens de mogelijkheid van "on-line data reduction" te verwezenlijken. Deze wens is door het Bestuur van de Stichting beantwoord met de vorming van een projectgroep "Automatisering Dwingeloo Telescoop", die begin 1971 met zijn werkzaamheden is begonnen. De waarnemingen in 1970 zijn gedaan met de polarisatie- en waterstoflijnontvangers, beide werkend op een golflengte van 21 cm. Hoewel de werking van deze apparatuur

redelijk bevredigend was, heeft zich een aantal storingen voorgedaan, die aan veroudering te wijten zijn. De ontvangers zijn aan vernieuwing toe.

De Telescoopgroep geeft een kort kwartaalrapport uit, waarin in meer detail dan hier mogelijk is over het wel en wee van het instrument verslag wordt gedaan.

Chronologisch overzicht 1970 van het gebruik van de 25 meter-telescoop te Dwingeloo.

5 jan - 3 feb	Polarisatiemetingen op 1415 MHz door Drs. T.A.Th. Spoelstra.
4 feb - 13 feb	Ombouwen naar waterstofontvanger (SB [*])
13 feb - 31 mrt	Waterstoflijnmetingen op 1420 MHz (SB) door diverse onderzoekers.
31 mrt - 6 apr	Waterstoflijnmetingen op 1420 MHz (BB) door diverse onderzoekers.
6 apr - 12 mei	Waterstofdriftmetingen op 1420 MHz (BB) door Drs. J. van Kuilenburg.
12 mei - 9 jun	Waterstoflijnmetingen op 1420 MHz (BB) door diverse onderzoekers.
9 jun - 31 jul	Revisie/vakantie
31 jul - 2 sep	Waterstoflijndriftmetingen op 1420 MHz (BB) door Drs. J. van Kuilenburg.
2 sep - 15 sep	Waterstoflijnmetingen op 1420 MHz (BB) door diverse onderzoekers.
15 sep - 24 dec	Polarisatiemetingen op 1415 MHz door Drs. T.A.Th. Spoelstra.

* SB = Smalle banden (8 KHz en 16 KHz)

BB = Brede band (50 KHz).

4.7 Centrale Technische Dienst.

1. Organisatie

De in 1970 ingestelde C.T.D. beschikt voor produktie, onderhoud en ontwikkeling van apparatuur over 6 elektronici en 9 mechanische technici, inclusief de 7 man sterke instrument-makerij te Leiden.

Daarnaast vinden 5 medewerkers een volle dagtaak in de diverse technische basisdiensten die bij de afdeling zijn ondergebracht. De tijd van de betrekkelijk kleine groep elektronici wordt voor een belangrijk deel in beslag genomen door onderhoudswerk en het verlenen van technische bijstand aan de andere afdelingen. Bij omvangrijke produkties zijn prioriteitsproblemen onvermijdelijk.

Voor het bouwen en onderhouden van hoogfrequent-ontvanger-apparatuur bleek het noodzakelijk een specialist op H.T.S.-niveau aan te trekken. Aangesteld werd J. Roosjen, die ter voorbereiding van de produktie van de 6- en 50 cm-ontvanger, aan de ontwikkeling hiervan meewerkt in het laboratorium te Leiden. Voor deze positie werd de vakature chef werkplaats opgeofferd. De hieruit voortvloeiende organisatorische problemen konden worden opgelost door het instellen van een wekelijkse werkbijeenkomst, de loyale medewerking van de groep en het aanwijzen van chef-monteurs.

2. Werkzaamheden

Tot maart 1970 was de gehele afdeling betrokken bij het voltooiën van de S.R.T. Een grondige revisie van de Dwingeloo-telescoop werd doorkruist door een ernstige storing in de coax-bekabeling van de S.R.T. Een dreigend telescooptijdverlies van ca. 3 maanden kon worden beperkt tot 5 weken door vrijwel de gehele C.T.D. in te zetten voor de opsporing en het verhelpen van de euvels. Daarnaast bleek het nog mogelijk, de meest essentiële revisiewerkzaamheden voor Dwingeloo uit te voeren.

Hierna volgden een paar rustige maanden, waarin naast het normale onderhoudswerk in Dwingeloo voor het "Laboratorium Zon" 60 modules voor de radiospectrograaf werden geproduceerd, voor Westerbork randapparatuur werd gemaakt en Leiden bijstand werd geboden bij de ontwikkeling van de 6- en 50 cm-ontvanger.

In het laatste kwartaal werd de C.T.D. in toenemende mate betrokken bij de produktie van de 11 cm-ontvanger. Ook een deel van de ontwikkeling van deze ontvangers werd door de C.T.D. verzorgd.

Intussen kon onder leiding van R.J.H. van 't Land een mechanisch euvel in de Dwingeloo telescoop op vernuftige wijze provisorisch worden verholpen.

De genoemde werkzaamheden betekenen uiteraard ook heel wat werk voor de instrumentmakerij te Leiden. Hier lag echter vooral het zwaartepunt in prototypewerk en reeds enig produktiewerk voor de 6- en 50 cm-ontvanger.

Tenslotte nog het werk van de "basisdiensten".

Er is zeer veel documentatie- en tekenwerk verzet. Zonder dit werk zou het onderhoud van de complexe S.R.T.-ontvanger onmogelijk zijn. De ingestelde onderhoudsdienst van meetinstrumenten bleek in een grote behoefte te voorzien. Er is hard gewerkt om de achterstand op dit gebied in te lopen.

Voor een verantwoord magazijnassortiment is een adviescommissie ingesteld.

Het printwerk werd na het vertrek van H. Priester overgenomen door de chef-monteur H. Snijder. Voor de verdere ontwikkeling van deze belangrijke techniek zal A. Koeling van de Laboratoriumgroep Dwingeloo zijn medewerking blijven verlenen.

4.8 Laboratoriumgroep Dwingeloo

De bij de reorganisatie van de Stichting per 1 april 1970 gevormde Laboratoriumgroep van de Radiosterrenwacht Dwingeloo bestaat in hoofdzaak uit een drietal kleinere groepen: een "analoge" groep, die zich voornamelijk bezig houdt met de ontwikkeling en bouw van ontvangers en ontvangeronderdelen (parametrische versterkers, mengtrappen, middenfrequentversterkers, enz.); een digitale groep, die digitale schakelingen voor toepassing in ontvanger- en telescoop-systemen ontwerpt en bouwt, en daarnaast ook de HP-2114 rekenmachine beheert en hiervoor ook programma's ontwikkelt; en een groep, welke reeds enige jaren werkt aan het calibratiesysteem voor de synthese-telescoop te Westerbork. Een aantal leden van de Laboratoriumgroep zijn verder direct betrokken bij het onderhoud van het ontvanger-systeem van de 25 meter-telescoop te Dwingeloo.

Afbouw synthese-telescoop Westerbork

De afbouw van de synthese-telescoop heeft vooral het eerste halfjaar van 1970 een groot deel van de werkzaamheden van het Laboratorium beheerst. In de eerste maanden konden door B.A.P. Schipper maandelijks twee frontends te Westerbork worden geïnstalleerd, tot begin april het gehele ontvangersysteem in bedrijf was, hoewel nog enige stukken van de randapparatuur ontbraken. Het signaleringssysteem, dat het gedrag van de frontends bewaakt, kwam eind mei gereed, evenals een door A. Doorduyn ontwikkelde voorlopige versie van de schakeling voor afstandsbesturing van de antenne-rotatoren, welke bij polarisatiemetingen noodzakelijk is. Een ander onderdeel van het bewakingssysteem ("Scan II"), dat door W.H.J. Beerekamp werd ontwikkeld, kwam in september gereed in hardware, maar kon door het ontbreken van de hiervoor benodigde software tot dusver nog niet in gebruik worden genomen. Een reserve-frontend kwam eind augustus gereed. Door A. Koeling werd een sperfilter ontwikkeld ter vermindering van de storing, die werd ondervonden van een militaire straalverbinding. Deze storing kon later geheel worden opgeheven door de bereidheid van de betreffende instanties de frequentie van deze verbinding te verschuiven. Tenslotte kon in het tweede halfjaar ook de documentatie van het ontvanger-systeem gereedkomen.

De installatie van het ontvangersysteem heeft betrekkelijk weinig moeilijkheden opgeleverd, afgezien van de gebruikelijke aanvangs-

storingen, maar heeft toch van verschillende medewerkers vrij veel tijd gevraagd.

Phasecalibratiesysteem synthese-telescoop Westerbork

Het werk aan het calibratiesysteem voor de synthese-telescoop te Westerbork werd in 1970 door J. Pezij en J.P. Hamaker verder voortgezet. De eerste metingen met de nieuwe telescoop bleken een zeer bevredigende fasestabiliteit op te leveren als resultaat van de verschillende in het ontvangersysteem genomen maatregelen (temperatuurstabilisatie, grote thermische tijdconstante van het kabelsysteem, enz.) zodat het niet noodzakelijk was te trachten het phasecalibratiesysteem door een geforceerde afbouw en beproeving zo snel mogelijk in gebruik te nemen.

In juli 1970 kon het calibratiesysteem, aan de bouw waarvan A.G. Poot een belangrijke bijdrage leverde, in Westerbork worden geïnstalleerd. Onderzoekingen over overspraakeffecten in kabelsysteem en ontvanger, naar mogelijke storing van het hoofdontvangersysteem door lekkage van het oscillatorsignaal van het calibratiesysteem en naar verschillende kleine meetfouten vergden veel tijd, ook al omdat voor het onderzoek alleen gebruik werd gemaakt van de wekelijkse onderhoudsperiode te Westerbork. Tegen het einde van het jaar werd begonnen met de ontwikkeling van Fortran-programma's voor de reductie van duurproeven met het systeem.

Wijziging kabelsysteem synthese-telescoop Westerbork

De aanvankelijke moeilijkheden met de bekabeling van de twaalf telescopen van de synthese-telescoop leidden tot de vorming van een kleine projectgroep onder leiding van J.P. Hamaker ter bestudering van mogelijke verbetering van deze bekabeling. Twee mogelijkheden zijn in onderzoek: een nieuw kabeltracé langs de telescoop, en verbetering van het bestaande tracé.

Ontvangersysteem 25 meter-telescoop Dwingeloo

Nadat door de werkzaamheden voor het ontvangersysteem voor de synthese-telescoop verdere uitbouw en modernisering van het instrumentarium van de 25 meter-telescoop geheel achterwege had moeten blijven, en alleen getracht was het waarnemingsprogramma zo goed

mogelijk gaande te houden, waarbij het onderhoud maar tot de hoogst noodzakelijke werkzaamheden moest worden beperkt, kon in 1970 na de afbouw van Westerbork meer aandacht aan de 25 meter-telescoop worden gegeven. In overleg met de Telescoopgroep Dwingeloo kon tijdens de revisieperiode in de zomer door A. Koeling het ontvangersysteem worden gereviseerd, terwijl A. Doorduyn de digitale programmaschakeling geheel herzag en tot een meer flexibel systeem uitbouwde.

A. Koeling en B.A.P. Schipper begonnen in oktober 1970 aan de, door de werkzaamheden voor de synthese-telescoop lang uitgestelde, bouw van een dubbele 11 cm-ontvanger van het "switched-beam" type, analoog aan de door M.M. Davis gebruikte 21 cm-ontvanger van het zelfde type. B.A.P. Schipper en C.A. Muller ontwikkelden hiertoe een 11 cm parametrische versterker, terwijl het middenfrequentgedeelte door A. Koeling, gedeeltelijk in samenwerking met A. Millenaar werd ontwikkeld. Oscillatoren voor deze ontvanger werden gebouwd door L.H. Sondaar (Leiden), terwijl andere ontvangeronderdelen werden verzorgd door de Centrale Technische Dienst onder leiding van J.F. van der Brugge. Deze ontvanger werd in april 1971 in gebruik genomen.

Digitale H-lijnontvanger voor de synthese-telescoop

Na voorbereidend werk door een kleine projectgroep bestaande uit J.L. Casse, J. Högbom en C.A. Muller werd in de loop van het tweede halfjaar aan een ontwerpstudie voor een digitale lijnontvanger voor de synthese-telescoop begonnen door A. Bos, die 1 juni 1970 in dienst van de Stichting was gekomen. Een bespreking in december 1970 naar aanleiding van een door W.N. Brouw, C.A. Muller en E. Raimond opgesteld rapport over de gewenste systeemparameters, leidde tot het plan de bestaande 21 cm-ontvanger als een 80-kanalen analoge lijnontvanger te gebruiken in de loop van 1971 en tot een nadere begrenzing van de systeemparameters voor de definitieve lijnontvanger.

Verdere werkzaamheden

W.H.J. Beerekamp, die de HP 2114 rekenmachine beheert en de bijbehorende software bestudeerde en uitbreidde, gaf voor personeelsleden een cursus in programmering van circa 10 lessen en bijbehorend practicum. Hieraan namen ongeveer 15 personen deel.

A. Doorduyn en G.J. Grit bouwden op verzoek van Dr. R.J. Allen (Groningen) een speciale klokschakeling voor pulsarwaarnemingen in de eerste helft van het jaar. Door G.J. Grit werd verder samen met W.H.J. Beerekamp een IBM-kaartponser via een door hen ontworpen interface-unit aan de HP-computer gekoppeld.

J.P. Hamaker en C.A. Muller stelden een discussienota op betreffende planning van werkzaamheden voor de Laboratoriumgroep.

4.9 Telescoopgroep Westerbork

4.9.1 Waarnemingen met de synthese-telescoop

Wat de waarnemingen betreft is het jaar 1970 in te delen in een viertal perioden:

1. begin januari - eind april afbouw 21-cm ontvangers, elektrisch systeem etc.; test waarnemingen.
2. eind april - eind juni eerste waarnemingen met het gehele systeem, nog steeds met een min of meer experimenteel karakter.
3. eind juni - begin september eerste series metingen met een zuiver wetenschappelijk doel. Hinder van Nato-zender Steenwijkerwold, zodat nog geen optimale resultaten konden worden bereikt.
4. begin september - eind december synthese-telescoop in normaal gebruik

De eerste twee perioden (eerste halfjaar) zijn weinig interessant wat betreft de wetenschappelijke resultaten. Zij zijn in de paragraaf over de afbouw van de telescoop beschreven. In het tweede halfjaar zijn de echte waarnemingen goed op gang gekomen, zij het de eerste paar maanden nog gehinderd door storing van de Nato-zender Steenwijkerwold en nog steeds door afbouw-werkzaamheden. Ook kostte het opbouwen van een geschikte waarneemroutine enige tijd. Vanaf begin september (periode 4) kan men zeggen dat de telescoop in normaal vol bedrijf is geweest. De onderstaande tabel 1 geeft een overzicht van het gebruik van de telescoop-tijd.

Tabel 1

Telescoopgebruik in percentages

	1970			
	sep	okt	nov	dec
a. calibratie	17	23	14	22
b. synthese-waarnemingen	25	41	42	43
c. korte waarnemingen	15	6	6	6
d. onderhoud	18	12	14	8
e. ontwikkeling en proeven	15	11	8	9
f. stilstand	10	2	6	12
g. verlies door weersomstandigheden	0	2	1	0
h. verlies door mislukking	0	3	9	0
bruto efficiency (a+b+c)	57	70	62	71
netto efficiency (b+c)	40	47	48	49

Hierbij vallen de volgende opmerkingen te maken:

d. onderhoud. Het onderhoud wordt in het algemeen gedaan op twee werkdagen per week. In deze periode is de nacht daar tussen in meestal gebruikt voor ontwikkeling aan het on-line computer-programma.

f. stilstand. Het hoge percentage stilstand in december is te wijten aan de kerstvakantie.

h. verlies door mislukking. Het hoge percentage verlies in november is het gevolg van een moeilijkheid bij de afregeling van de magneetband-eenheden in Westerbork, welke tot gevolg had dat sommige banden in Leiden niet konden worden gelezen.

De ontwikkeling naar een steeds normaler bedrijf blijkt duidelijk uit tabel 2, welke een overzicht geeft van het aantal dagen in iedere maand waarop één of meer telescopen niet konden worden gebruikt ten gevolge van werkzaamheden of moeilijkheden:

Tabel 2

Aantal dagen waarop telescoop buiten gebruik.

	sep	okt	nov	dec
1 telescoop buiten gebruik	28	25	9	2
2 telescopen buiten gebruik	3	0	4	0
3 of meer telescopen buiten gebruik	1	0	2,5	0

Op wat kleine moeilijkheden na blijkt het gehele systeem van telescopen en computer uitstekend aan de verwachtingen te voldoen. De stabiliteit in amplitude en phase waarnaar tijdens de bouw is gestreefd blijkt goed gehaald te kunnen worden.

De waarneemprogramma's waaraan dit jaar gewerkt is, zijn vermeld in tabel 3:

Tabel 3

programma	onderwerp	voorstellers	aantal uren ge- bruikt sep-dec '70.
WX1	Calibratie, instrumen- tele tests	Raimond, Brouw	100
W2	Seyfert en normale stelsels	Oort, van der Kruit	180
W2a	Nabije stelsels	Oort, van der Kruit	110
W4	Clusters van stelsels	Allen, Oostindiër	200
W5	Elliptische en SO-stelsels	Rogstad	30
W6	Abnormale sterrenstelsels	Allen, Oostindiër	25
W7	Cyg X gebied	Baars, Wendker	150
W10	Blauwe quasistellare objecten	Katgert, Merkelijn, van der Laan	220
W13	Röntgen-bronnen	Braes, Brouw	50
W16	Zuidelijke bronnen	Casse, Christiansen	30
W17	Bologna-bronnen	Lari	120
W18	Circulaire polarisatie van quasars	Conway, Gilbert, Raimond, Weiler	150
W19	Elliptische begeleiders Andromeda nevel en Maffei I	Oort, Raimond, van der Kruit	50
W20	Structuur van 4C bronnen	van der Laan, Duin	25
W21	Saturnus	Jaffe	40
W23	Heldere bronnen	Baars, Bridle, Davies, Lequeux	10
W24	HII-gebieden	Israel, Habing, de Jong	60
W26	Infrarode sterren	Mathewson	25
W27	M101	Allen, Rogstad van Woerden	50
W28	Melkweg-centrum	Oort, van der Kruit	20
Totaal			<u>1695</u>

4.9.2 Afbouw synthese-radiotelescoop.

Het eerste halfjaar 1970 heeft nog geheel in het teken gestaan van de afbouw en de calibratie van de telescoop en de ontvanger. Hieronder wordt een aantal belangrijke aspecten daarvan genoemd.

Telescopen

Gebleken is dat de railklampen van de verrijdbare telescopen niet geheel voldeden. In de loop van de zomer is de constructie gewijzigd, door de VMF, in nauwe samenwerking met onze mechanische technici (Bakker en Ter Wiel), zonder storing in het bedrijf te veroorzaken.

Elektrische installatie

Op 1 april werd deze door Heemaf opgeleverd met uitzondering van een aantal restwerkzaamheden, welke met minimale storing van het bedrijf werden uitgevoerd. In november was alles klaar. Onze elektrotechnicus (Jansen) is tijdens de afbouw meer en meer bij het werk betrokken geweest, teneinde het onderhoud te kunnen overnemen.

Door het aanbrengen van aardingsstoppen rondom telescopen en gebouwen en het verbinden van de coax-bekabeling daaraan is de bliksembeveiliging optimaal gemaakt.

Computer en numerieke besturing

Op 1 februari is de gehele installatie door Philips opgeleverd. Enkele restwerkzaamheden waren omstreeks begin mei geheel gereed. Het onderhoud van de installatie is dit jaar nog door Philips gedaan. Hierbij is tegelijk onze computertechnicus (Jongebloed) opgeleid in de specifieke problemen, zodat vanaf 1971 het gehele onderhoud in eigen bedrijf kan worden uitgevoerd. Een speciaal probleem heeft zich voorgedaan bij het lezen van in Westerbork geschreven magneetbanden door de IBM-computerinstallatie in Leiden. Tenslotte bleek de moeilijkheid geheel te kunnen worden opgelost door een goede "mastertape", kosten f 150,--, te gebruiken bij de afregeling van de tape-units in Westerbork, hetgeen door Philips was nagelaten.

Computer-software

In januari is een minimale versie van de programmatuur voor de on-line computer door Douglass (Philips systeem analist) en Raimond

klaargemaakt. Aan het afwerken van het gehele programma is echter nog vrijwel een geheel manjaar besteed door Drenth, veelal geassisteerd door de bedieningstechnici (Brouwer, Van den Akker, Kiers, Sijtsma en Visscher). Dit werk is pas in maart 1971 klaargekomen. Het is, na deze ervaring, onze overtuiging dat het uitbesteden van programmatuur voor een wetenschappelijke toepassing een uiterst kostbare zaak is. Bovendien moet de opdrachtgever na voltooiing van het werk de ontwikkelde know-how ontberen.

Ontvanger-installatie

De eerste tests en calibratiemetingen werden per telescoop of per interferometer met een hulpontvanger met penrecorder uitgevoerd.

In de eerste helft van februari werden de tien toen beschikbare interferometers op de door de computer gestuurde hoofdontvanger aangesloten, zodat eind februari de eerste syntheseskaart geproduceerd kon worden. Begin april waren alle telescopen voorzien van een frontend.

De specifieke initiële storingen van nieuwe apparatuur zijn gedurende het jaar vrij snel afgenomen, zodat in de tweede helft reeds met een goede bedrijfszekerheid gewerkt kon worden.

Om een indruk van de lange-duur-stabiliteit te krijgen is door Hin en Borkhuis begonnen met het opzetten van testmethoden om gegevens over karakteristieke eigenschappen van de ontvanger of delen daarvan te krijgen, teneinde hierop de frequentie van de periodieke instrumentele tests te kunnen baseren. Deze gegevens zijn ook van groot belang voor de reductie van de waarnemingen en als feed-back informatie voor de ontwerpers.

Kabelsysteem

Het stikstofgasoverdruksysteem in de coax-kabels van de telescopen naar het dienstgebouw heeft na een zorgvuldige nacontrole geen moeilijkheden gegeven. De lekkage is gering; het systeem hoeft slechts eenmaal per drie weken bijgevuld te worden. De afwerking met gevoelige differentiaal-manometers voor het snel lokaliseren van kleine lekken komt begin 1971 gereed.

Na een grondige controle van de coax-asovergangen (z.g. jumpers) hebben deze nog weinig problemen gegeven, maar het is niet zeker of ze het nog enkele jaren uithouden. Op één telescoop is deze zomer gewerkt aan de voorstudie en het ontwerp voor een betere oplossing.

4.10. Laboratoriumgroep Leiden

In 1970 waren alle leden van de groep, ieder in zijn eigen specialisatie, in belangrijke mate betrokken bij de verdere ontwikkeling van het 6/50 cm frontend voor de Westerbork-telescoop, terwijl er bovendien nog aan een aantal kleinere projecten is gewerkt. De leiding van de groep is in augustus, in verband met het verblijf van Casse in Australië, tijdelijk overgenomen door Wellington, daarbij bijgestaan door Sondaar.

6/50 cm frontend

In 1970 zijn de meeste onderdelen voor het 6/50 cm frontend in prototype gereed gekomen, zoals onder meer:

Een 6 cm "feed launcher" voor lineair- of circulair-gepolariseerde golven. Extreme isolatie en zeer lage verliezen zijn hierbij mogelijk. Een geschaald model hiervan is reeds in Jodrell Bank in gebruik (Visser). Een 600 MHz lage-ruisversterker en een 600/30 MHz mixer, waarbij alle zelfinducties van de afgestemde kringen deel uitmaken van de gedrukte bedrading (Casse, Wesdorp). Een 10 GHz kristal-gestuurde pomposcillator met een keten van transistor en S.R.D. vermenigvuldigers (Lugtenborg, Van der Ree en Van der Veld). Een tripler voor het locale oscillator-signaal van de 600/30 MHz mixer (Van der Ree). Een fase- en amplitude-calibratie-unit in stripline-techniek (Kool, praktikant, Visser en Woestenburger).

De bij A.I.L. bestelde parametrische versterkers kwamen vanaf september binnen en werden door Cole en Roosjen, die na het vertrek van Casse in de groep kwamen, getest. Over de toepassing van deze versterkers heeft Visser een theoretische studie gemaakt. Het servo- en monitorsysteem voor deze versterkers werd door Lugtenborg ontworpen. Voorts kwam in samenwerking met de C.T.D. (Starre) het ontwerp van de roteerbare ontvangerbehuizing met dubbele temperatuur-regeling tot stand. Door de T.H. in Eindhoven werd in nauw contact met de groep een gecombineerde 6/50 cm-feed ontworpen (Dr. Jeuken).

3 cm-experiment

Onder de supervisie van Visser werd door HTS-praktikanten als afstudeerwerk een 10 GHz-mixer in microstriptechniek ontwikkeld (Royen en Van Pernis). Met deze mixer en onderdelen van de in

ontwikkeling zijnde 6 cm-ontvanger werd een eenvoudige autocorrelatie-ontvanger gerealiseerd (HTS-praktikant Ruigrok). Hiermee zijn metingen gedaan aan de Westerbork-telescopen. Uit deze metingen bleek dat het antenne-rendement 26% en de gaastransmissie 18% is bij een frequentie van 10.6 GHz.

Afbouw 21 cm-ontvanger

Toen bleek dat de oven-geregelde kristaloscillatoren van Marconi voor de reserve oscillator-units niet aan de specificaties voldeden, heeft Lugtenborg een unit ontwikkeld met Philips-kristallen en betere eigenschappen dan de aanvankelijk door Marconi geleverde oscillatoren. Behalve in de reserve-oscillatoren voor het L.O.-systeem is deze oscillator ook toegepast in de eveneens in 1970 gereedgekomen oscillatoren voor het calibratie-systeem (Lugtenborg, Van der Ree, Sondaar).

11 cm-ontvanger voor de Dwingeloo-telescoop

Voor de 11 cm-ontvanger werden pomp en locale oscillator en een richtkoppelaar-detector voor de L.O.-servo in Leiden gemaakt (Van der Ree, Sondaar).

21 cm-lijnontvangers

Aan nieuwe 21 cm-H-lijnontvangers werd in Leiden veel aandacht besteed, hetgeen resulteerde in een drietal rapporten. Bovendien werd er een prototype ontwikkeld van een 11 MHz-smalbandfilter voor de digitale lijnontvanger (De Ruyter en Casse) en werd er begonnen aan een, aan de huidige SRT-ontvanger aangepast bandfilter - vermogensdeler voor de 80 kanaals-lijnontvanger (Star, Wellington, Wesdorp).

Högbom die "part-time" met de groep heeft gewerkt, heeft zich hoofdzakelijk beziggehouden met de reductie van zijn waarnemingen met de radiotelescoop in Green Bank, U.S.A. De resultaten die nu beschikbaar zijn werden nog niet gepubliceerd. Bovendien heeft hij studies gemaakt over digitale lijnontvangers en afstembare, dubbelbrekende optische filters.

4.11 Reduktiegroep

De software die in 1969 ten behoeve van de S.R.T. ontwikkeld werd, werd in 1970 in gebruik genomen en vrijwel direkt op proef gesteld. Reeds na enige tijd bleek dat de ontwikkelde software inderdaad aan bijna alle verzoeken om speciale verwerking van de gegevens kon voldoen zodat, tot nu toe, nog geen enkele gebruiker van de S.R.T. ertoe over heeft behoeven te gaan zijn eigen gespecialiseerde software te ontwikkelen.

Enkele verdere programma's werden in het verslagjaar ontwikkeld, zodat men nu de beschikking heeft over de volgende verwerkingsprogramma's voor de resultaten aan de S.R.T.

1. Programma om de metingen te corrigeren voor fouten die te wijten zijn aan onnauwkeurigheden in het systeem, aardrotatie e.d.
2. Programma om het instrument aan de hand van ijkmetingen te calibreren.
3. Programma om een kaart van een stuk hemel te produceren.
4. Programma om het intensiteitsverloop aan de hemel te tekenen in profielen als functie van declinatie of rechte klimming.
5. Programma om de radio-intensiteiten als contourkaarten te tekenen.
6. Programma om de positie en intensiteit van puntbronnen te bepalen.
7. Programma om de polarisatie-parameters voor de radiostraling te bepalen.
8. Een eerste versie van een programma om foto's van het bestudeerde gebied in radio-golflengtes te maken.

De tijd benodigd op de computer van het Centraal Rekeninstituut der Universiteit te Leiden voor de reductie van de Westerbork resultaten nam gestadig toe, zoals blijkt uit de volgende tabel. In deze tabel betekent 'Jobs' het totaal aantal ingeleverde programma's, CPU het totaal aantal minuten dat de centrale verwerkingseenheid aan het rekenen is geweest, WAIT het aantal minuten dat het programma moet wachten op het lezen, resp. schrijven van gegevens, het opzetten van tapes e.d., %Stw slaat op het percentage t.o.v. het totale rekenmachinegebruik van de Sterrenwacht.

		JOBS			CPU (min.)			WAIT (min.)			CPU + WAIT (min.)		
		tot.p.week%Stw.			tot.p.week%Stw.			tot.p.week%Stw.			tot.p.week%Stw.		
1 ^e	kwartaal '70	401	31	24.1	1757	135	18.5	1564	120	25.7	3321	255	21.3
2 ^e	"	522	40	29.8	3247	250	29.7	3243	249	31.7	6490	499	30.7
3 ^e	"	1008	78	46.4	6615	509	45.5	9233	710	62.5	15848	1219	54.0
4 ^e	"	1269	98	58.5	9901	762	68.0	12655	973	75.9	22556	1735	72.2

De verwerking van de gegevens van de 21 cm-lijnontvanger te Dwingeloo werd, met enkele uitbreidingen, in 1970 op de normale voet voortgezet. De verschuiving van de interesse van lijn- naar continuummetingen met de Dwingeloo-telescoop resulteerde aan het eind van het jaar in een voorlopige aanpak van de reductie voor de 11 cm continuuum-ontvanger.

5. PUBLICATIES EN INTERNE RAPPORTEN

5.1 Publicaties

R.J. Allen

Stephan's Quartet?
Astron. and Astrophys. 7, p. 330.

J.W.M. Baars

Dual-beam parabolic antennae in radio astronomy; theory and application of a method to decrease tropospheric influence on centimetre and millimetre-wavelength observations.
Dissertatie Technische Hogeschool Delft, 1970, Wolters-Noordhoff.

E.M. Berkhuijsen, C.G.T. Haslam and C.J. Salter

The galactic continuum spurs and neutral hydrogen.
Nature, 225, p. 364.

H.G. van Bueren en M. Kuperus

On the determination of the velocity of the exciters of type II solar radiobursts.
Solar Physics, 14, p. 208.

W.B. Burton

Observations of neutral hydrogen in the galactic plane in the longitude interval -6° to 120° .
Astron. and Astrophys. Suppl., 2, p. 261.

W.B. Burton

The velocity distribution of neutral hydrogen in the region $l = 43^{\circ}$ to 56° , $b = -4.5$ to $+4.5$.
Astron. and Astrophys. Suppl., 2, p. 291.

W.B. Burton and W.W. Shane

Neutral hydrogen in the Sagittarius and Scutum Spiral Arms.
The Spiral Structure of Our Galaxy, I.A.U. Symp. no. 38,
Ed. W. Becker and G. Contopoulos, p. 397.

T. de Groot

Solar radio spectra between 160 and 320 MHz.
Solar Physics, 14, p. 176.

H.C. van de Hulst

Review of cosmical gas dynamics.
Interstellar Gas Dynamics, I.A.U. Symp. 39,
Ed. H.J. Habing, p. 3.

M. Kepner

Spiral-arm structure and high-velocity gas at intermediate latitudes.
Astron. and Astrophys., 5, p. 444.

P.C. v.d. Kruit

Evidence for a possible expulsion of gas from the galactic nucleus.
Astron. and Astrophys. 4, p. 462.

H. van der Laan

Radio source spectra.

Progress in radio Science 1966-1969, 2, p. 95 Ursi Brussel.

D. Morris, U.J. Schwarz and D.J. Cooke

Measurements of the linear polarization of seven pulsars at 11 cm wavelength.

Astrophys. Letters 5, p. 181.

D. Morris, U.J. Schwarz and O.B. Slee

Improved positions and periods for five southern pulsars.

Astrophys. Letters 5, p. 187.

J.H. Oort

Formation of galaxies and the origin of high-velocity hydrogen.

Astron. and Astrophys. 7, p. 381.

J.H. Oort

The density of the universe.

Astron. and Astrophys. 7, p. 405.

J.H. Oort

Matter far from the galactic plane associated with Spiral Arms,

I.A.U. Symp. no. 38,

Ed. W. Becker and G. Contopoulos, p. 142.

J. Rosenberg

Evidence for mhd pulsations in the solar corona.

Astron. and Astrophys. 2, p. 159.

R. Sancisi

Motion of neutral hydrogen in connection with the association II (ζ) Per.

Astron. and Astrophys. 4, p. 387.

R. Sancisi

T. Tauri stars and neutral hydrogen; some results of 21 cm observations.

Sixteenth International Astrophysical Symposium, "Pre-main Sequence Stellar Evolution". Memoires in-8° de la Société

Royale des Sciences de Liège. Cinquième Série, Tome XIX, p. 313.

R. Sancisi en P.R. Wesselius

Cold neutral hydrogen in the Taurus dust clouds.

Astron. and Astrophys. 7, p. 341.

R. Sancisi en H. van Woerden

An elongated neutral-hydrogen emission feature in Scorpius and Ophiuchus.

Astron. and Astrophys. 5, p. 135.

S.C. Simonson

Cold neutral hydrogen associated with the dark cloud near R Ophiuchi.

Sixteenth International Astrophysical Symposium, "Pre-main Sequence Stellar Evolution". Memoires in-8° de la Société

Royale des Sciences de Liège. Cinquième Série, Tome XIX, p. 363.

H. van Woerden

Progress and prospects in interstellar gas dynamics.

Interstellar Gas Dynamics, Ed. H.J. Habing, IAU Symp. 39, p. 369.

Speciale publikaties en voordrachten.

Ter gelegenheid van de ingebruikname van de Synthese Radio Telescoop te Westerbork, wijdde Natuur en Techniek no. 6 van de 38^o jaargang (juni 1970) aan dit instrument. Daarin werden de volgende artikelen gepubliceerd:

J.H. Oort - De betekenis van de Synthese Radiotelescoop te Westerbork.

E. Raimond - Het principe.

J.W.M. Baars en B.G. Hooghoudt - De constructieve en geodetische aspecten.

J.L. Casse en C.A. Muller - Het ontvangersysteem.

H. van der Laan en H. van Woerden - Enkele astronomische problemen.

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs wijdde 25 september 1970 zijn Algemene Wetenschappelijke vergadering aan de Synthese Radio Telescoop. Voordrachten werden verzorgd door J.W.M. Baars, J.P. Hamaker, B.G. Hooghoudt en E. Raimond.

Het Nederlands Elektronica- en Radio-Genootschap hield op 17 november 1970 een Wetenschappelijk vergadering over de Synthese Radio Telescoop, met voordrachten van J.W.M. Baars, W.N. Brouw, J.P. Hamaker, C.A. Muller en L.H. Sondaar.

5.2 Internal Technical Reports.

No.	Date	Author	Title
81	May '70	J.J. Visser	A Two Stage Quasi-Degenerate Parametric Amplifier as used in the 6-cm Receiver Interferometers.
82	June '70	W.N. Brouw	The S.R.T. Reduction Program. Changes and Additions to Parts I and II.
83	June '70	W.N. Brouw	The S.R.T. Reduction Program. Part IV. Additional Correction Program.
84	June '70	W.N. Brouw	The S.R.T. Reduction Program. Part V. Precession, Nutation and Aberration Calculation.
85	May '70	J.W.M. Baars	Report on the International Symposium on Very Long Baseline Interferometry and Visits to the Arecibo Observatory and the National Radio Astronomy Observatory.
86	June '70	J.L. Casse	Broadband Matched Maximally Flat Double Tuned Networks.
87	July '70	T.E. Hoekema	The S.R.T. Reduction Program. Part VI. Source Finding Program.
88	December '70	J.L. Casse, J.A. Högbom K.J. Wellington	The Application of Spectral Synthesis Techniques to the Westerbork Radio Telescope.
89	December '70	K.J. Wellington	Preliminary line receivers for the S.R.T.

5.3 Notes

no.	titel	schrijver(s)
81	Delay System: Phase and Amplitude Calibration	J.L. Casse
82	Preliminary Specifications for H-line Synthesis Receiver	J.L. Casse, J.A. Högbom, C.A. Muller.
83	Construction and Tuning of the Equalizers	J.L. Casse P. Wesdorp
84	1410-30 MHz Mixer - Preamplifier	J.L. Casse
85	41-MHz Local Oscillator System	J.L. Casse, W.B. de Ruyter P.A. Wesdorp
86	Construction and Tuning of the 30/11-MHz Converter	J.L. Casse P.A. Wesdorp
87	Construction and Tuning of the 2838-MHz Pump Oscillator	J.L. Casse
88	Construction and Tuning of the 132-MHz Preamplifier and 132-30-MHz Frequency Converter	J.L. Casse P.A. Wesdorp
89	30-MHz Test Receiver	J.L. Casse
90	Technical Communication between Foundation Employees at Dwingeloo, Leiden, Utrecht and Westerbork	J.P. Hamaker
91	Discussion Paper on the Planning of Laboratory Work for the Coming Years	J.P. Hamaker C.A. Muller
92	11-MHz Narrow-band Filter - Prototype Development for the S.R.T. Digital Line Receiver	W.B. de Ruyter
93	4.995-GHz Degenerate Amplifiers - An Appraisal of Systems 1 to 10	T.W. Cole

Author(s)	Title
J. L. Casse	81 Delay System Phase and Frequency Calibration
J. L. Casse, J. A. Hedges, C. A. Miller	82 Frequency Characteristics of H-Line Synthesizer
J. L. Casse	83 Frequency and Phase of the Synthesizer
J. L. Casse	84 10-MHz Local Oscillator System
J. L. Casse, W. B. de Ryter, F. A. Westberg	85 Construction and Tuning of the 30/11-MHz Converter
J. L. Casse	86 Construction and Tuning of the 2838-MHz Pump
J. L. Casse, F. A. Westberg	87 Construction and Tuning of the 132-MHz Prescaler
J. L. Casse	88 30-MHz Test Receiver
J. P. Hensker	89 Technical Communication between Foundation Employees at Delft
J. P. Hensker, C. A. Miller	90 Discussion Paper on the Planning of Laboratory Work for the Coming Years
W. B. de Ryter	91 11-MHz Narrow-Band Filter - Prototype Development for the S.R.T. Signal and Receiver
T. W. Cole	92 1.957-MHz Resonant Amplifier - An Appraisal of System I

