



STICHTING RADIOSTRALING
VAN ZON EN MELKWEG
JAARVERSLAG 1968

INHOUD

	blz.
1. Bestuur en Commissies	2
1.1 Bestuur van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg	2
1.2 Synthese-Radiotelescoop Westerbork: Bouwcommissie	2
1.3 Werkgroep Radiostraling van de Zon	3
1.4 Werkgroep Dwingeloo	3
1.5 Werkgroep Westerbork	4
1.6 Programma-Commissie Dwingeloo-Westerbork	4
1.7 Adressen van leden van Bestuur, Commissies en Werkgroepen	5
2. Personeel van de Stichting op 31 december 1968	8
3. Financiële overzichten Stichting Radiostraling	10
I. Definitieve Overzichten 1967	10
II. Voorlopig Overzicht 1968	12
4. Onderzoekingen en technische ontwikkelingen	14
4.1 De Radiostraling van de Zon	14
4.2 Onderzoekingen met de grote telescoop te Dwingeloo	19
4.3 De Synthese Radio Telescoop te Westerbork	23
5. Gebruik van de 25-meter-telescoop te Dwingeloo	27
5.1 Chronologisch overzicht 1968	27
5.2 Overzicht van metingen van de 21 cm waterstoflijn	27
6. Publicaties 1968	28
7. Interne rapporten van het Synthese-Radiotelescoop Project	30

De groei van het werk van de Stichting Radiostraling gaat voort, al is dit Jaarverslag iets minder omvangrijk dan het vorige. Hoofdstuk 4 is evenals vorig jaar gebaseerd op concepten, ingezonden door alle afzonderlijke onderzoekers. Aan de overige hoofdstukken werden bijdragen geleverd door Mejuffrouw H. Boelen, de heren J.W. Brotherhood, Ir. J.L. Casse, Dr. A.D. Fokker, H.W.H. Meijer en Prof. Ir. C.A. Muller, en het Bureau van Z.W.O. Gaarne betuig ik mijn dank aan al deze medewerkers. Mijn bijzondere erkentelijkheid gaat uit naar Mejuffrouw G.W. Hagedoorn, die het manuscript van dit verslag tijdens mijn afwezigheid zijn definitieve vorm gaf, naar Drs. P.R. Wesselius, die het typewerk nazag, en naar de Centrale Reproductie Dienst der Groninger Universiteit.

Groningen/Moskou, september 1969

H. van Woerden

1. BESTUUR EN COMMISSIES

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING RADIOSTRALING VAN ZON EN MELKWEG

Samenstelling op 31 december 1968

	einde termijn
* Prof. Dr. J.H. Oort, voorzitter	31 dec 1969
Prof. Dr. A. Blaauw	" 1969
* Prof. Dr. H.G. van Bueren	" 1972
Dr. A.D. Fokker	" 1971
* Prof. Dr. H.C. van de Hulst	" 1972
Prof. Dr. C. de Jager	" 1969
* Ir. H. Rinia	" 1971
Prof. Dr. F.L. Stumpers	" 1969
Prof. Dr. A.A.T.M. van Trier	" 1970
Prof. Dr. J. Veldkamp	" 1970
Ir. L.R.M. Vos de Wael	" 1971
* Dr. H. van Woerden, secretaris	" 1972
Benoemd per 1 september 1969:	
* Dr. H. van der Laan	" 1972

* De aldus gemerkten vormen het Dagelijks Bestuur.

Het Bestuur nodigt tevens tot zijn vergaderingen uit:

Drs. J.H. Bannier, directeur Nederlandse Organisatie Z.W.O.
Prof. Ir. C.A. Muller, directeur Radiosterrenwachten Dwingeloo
en Westerbork
Dr. E. Raimond, beheerder Radiosterrenwacht Westerbork

Adres Secretariaat

Dr. H. van Woerden, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Afdeling Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen,
telefoon 050 - 14599

Z.W.O. Referentie-nummer: 10-25.

1.2 SYNTHESE-RADIOTELESCOOP WESTERBORK: Bouwcommissie

Prof. Dr. J.H. Oort, voorzitter
Prof. Dr. A. Blaauw
Ir. H. Rinia
Ir. L.R.M. Vos de Wael vanaf 1 juli 1968
Jhr. Dr. Ir. Ch. Th. F. van der Wijck uitgetreden 1 juli 1968

Aan de vergaderingen der Bouwcommissie nemen tevens deel:

Ir. B.G. Hooghoudt } project-leiders
Prof. Ir. C.A. Muller }
J.B.H. Otker, vertegenwoordiger Ned. Organisatie Z.W.O.
J.F. Oosterkamp, secretaris

1.3 WERKGROEP RADIOSTRALING VAN DE ZON

Samenstelling op 31 december 1968

Prof. Dr. H.G. van Bueren, voorzitter
Ir. J.C. Dito
Dr. A.D. Fokker, secretaris
Dr. T. de Groot
Prof. Dr. H.C. van de Hulst
Prof. Dr. C. de Jager
Prof. Dr. M.G.J. Minnaert
Prof. Ir. C.A. Muller
Ir. F.R. Neubauer
Ir. J. van Nieuwkoop
J.A.M. van Oosterhout
Ir. C. Slottje
Ir. L.R.M. Vos de Wael

1.4 WERKGROEP DWINGELOO

Dr. H. van Woerden, voorzitter
Mej. Drs. E.M. Berkhuijsen, secretaresse
Dr. R.J. Allen (sinds januari 1969)
Ir. J.W.M. Baars
Prof. Dr. A. Blaauw
Drs. W.N. Brouw
Drs. W.B. Burton
Dr. H.J. Habing
A.C. Hin (tot juni 1969)
Dr. J.A. Högbom
Drs. A.N.M. Hulsbosch
Prof. Dr. H.C. van de Hulst
Drs. P. Katgert
A. Koeling (sinds juni 1969)
Drs. P.C. van der Kruit
Dr. H. van der Laan
Prof. Ir. C.A. Muller
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. E. Raimond
Dr. R. Sancisi
Dr. U.J. Schwarz
W.W. Shane, B.A.
Dr. S.C. Simonson
Drs. P.R. Wesselius

1.5 WERKGROEP WESTERBORK

Samenstelling op 31 december 1968

Dr. H. van der Laan, voorzitter
Dr. R.J. Allen
Ir. J.W.M. Baars
Mej. Drs. E.M. Berkhuijsen
Prof. Dr. A. Blaauw
J.A. de Boer
Dr. L.L.E. Braes
Drs. W.N. Brouw
Ir. J.F. van der Brugge
Ir. J.L. Casse
Dr. H.J. Habing
Drs. J.P. Hamaker
A.P. Hartsuijker
Dr. J.A. Högbom
Drs. A.N.M. Hulsbosch
Prof. Dr. H.C. van de Hulst
Drs. P. Katgert
Drs. P.C. van der Kruit
J. van Kuilenburg
Drs. R.S. le Poole
Prof. Ir. C.A. Muller
Dr. C.T. Murray
Prof. Dr. J.H. Oort
J. Oostindiër
Prof. Dr. S.R. Pottasch
Dr. E. Raimond
A.H. Rots
Dr. R. Sancisi
Dr. U.J. Schwarz
Dr. S.C. Simonson
Ir. L.H. Sondaar
T. Spoelstra
Ir. J.J. Visser
Dr. K.J. Wellington
Drs. P.R. Wesselius
Dr. H. van Woerden

1.6 PROGRAMMA-COMMISSIE DWINGELOO-WESTERBORK

Dr. H. van Woerden, voorzitter
Prof. Dr. A. Blaauw
Dr. J.A. Högbom
Dr. H. van der Laan
Prof. Ir. C.A. Muller
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. E. Raimond, secretaris

1.7 ADRESSEN VAN LEDEN VAN BESTUUR, COMMISSIES EN WERKGROEPEN

Dr. R.J. Allen, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Afdeling
Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen, 050-14600

Ir. J.W.M. Baars, Radiosterrenwacht, Bosrand 25, Dwingeloo,
05219-7244

Drs. J.H. Bannier, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Weten-
schappelijk Onderzoek, Postbus 2138, Den Haag, 070-839100

Mej. Drs. E.M. Berkhuijsen, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Prof. Dr. A. Blaauw, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Broerstraat 7, Groningen, 050-14580

J.A. de Boer, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7,
050-14586

Dr. L.L.E. Braes, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

J.W. Brotherhood, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Drs. W.N. Brouw, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Ir. J.F. van der Brugge, Radiosterrenwacht, Bosrand 25, Dwingeloo,
05219-7244

Prof. Dr. H.G. van Bueren, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13,
Utrecht, 030-12841

Drs. W.B. Burton, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Ir. J.L. Casse, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Ir. J.C. Dito, Dr. Neherlaboratorium der P.T.T., Leidschendam,
01761-3956

Dr. A.D. Fokker, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-12841

Dr. E.B. Fomalont, National Radio Astronomy Observatory,
P.O. Box 2, Green Bank, W. Virginia 24944, U.S.A.

Dr. T. de Groot, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-12841

Dr. H.J. Habing, Astronomy Department, University of California,
Berkeley, California 94720, U.S.A.

Drs. J.P. Hamaker, Radiosterrenwacht, Bosrand 25, Dwingeloo,
05219-7244

A.P. Hartsuijker, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

A.C. Hin, Radiosterrenwacht, Westerbork (post Hooghalen),
05939-421

Dr. J.A. Högbom, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

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

Drs. A.N.M. Hulsbosch, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

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

Prof. Dr. C. de Jager, Sterrewacht, Servaas Bolwerk 13, Utrecht,
030-12841

Drs. P. Katgert, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

A. Koeling, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

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

J. van Kuilenburg, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Dr. H. van der Laan, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Prof. Dr. M.G.J. Minnaert, Zuilenstraat 25bis, Utrecht, 030-13008

Prof. Ir. C.A. Muller, Radiosterrenwacht, Bosrand 25, Dwingeloo,
05219-7244

Dr. C.T. Murray, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Ir. F.R. Neubauer, Centrale Directie P.T.T., Afdeling Omroep en
Televisie, Prinsevinkenspark 15, Den Haag, 070-614411

Ir. J. van Nieuwkoop, p/a Radiozendstation, Gebouw E, Kootwijk-
radio, 05760-12341

Prof. Dr. J.H. Oort, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

J.A.M. van Oosterhout, Dr. Neherlaboratorium der P.T.T.,
Leidschendam, 01761-3956

J.F. Oosterkamp, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

J. Oostindiër, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7,
Groningen, 050-14585

J.B.H. Otker, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk
Onderzoek, Postbus 2138, Den Haag, 070-839100

Drs. R.S. le Poole, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Prof. Dr. S.R. Pottasch, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Broerstraat 7, Groningen, 050-14581

- Dr. E. Raimond, Radiosterrenwacht, Westerbork (post Hooghalen),
05939-421
- Ir. H. Rinia, Parklaan 24, Eindhoven, 040-431969
- Dr. D.H. Rogstad, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7,
Groningen, 050-14594
- A.H. Rots, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7,
Groningen, 050-14586
- Dr. R. Sancisi, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7,
Groningen, 050-14584
- Dr. U.J. Schwarz, Division of Radiophysics, C.S.I.R.O., P.O. Box 76,
Epping, N.S.W. 2121, Australië
- W.W. Shane, B.A., Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Dr. S.C. Simonson, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Ir. C. Slottje, Radio-ontvangststation der P.T.T., Nera, Nederhorst
den Berg, 02945-1723
- Ir. L.H. Sondaar, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- T. Spoelstra, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Prof. Dr. F.L. Stumpers, Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips,
WB1, Eindhoven, 040-60000
- Dr. C.R. Tolbert, Leander Mc Cormick Observatory, University of
Virginia, Charlottesville, Virginia 22903, U.S.A.
- Prof. Dr. Ir. A.A.T.M. van Trier, Technische Hogeschool, Postbus 513,
Eindhoven, 040-433222
- Dr. P.O. Vandervoort, Department of Astronomy and Astrophysics,
The University of Chicago, Chicago, III 60637, U.S.A.
- Prof. Dr. J. Veldkamp, p/a Koninklijk Nederlands Meteorologisch
Instituut, De Bilt, 030-762611
- Ir. J.J. Visser, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Ir. L.R.M. Vos de Wael, Dr. Neherlaboratorium der P.T.T., Leidschen-
dam, 01761-3956
- Dr. K.J. Wellington, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Drs. P.R. Wesselius, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Afdeling
Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen, 050-14598
- Dr. H. van Woerden, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Afdeling
Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen, 050-14596
- Jhr. Dr. Ir. Ch.Th.F. van der Wijck, Van Calcarlaan 42, Wassenaar

2. PERSONEEL VAN DE STICHTING OP 31 DECEMBER 1968

Radiosterrenwacht Dwingeloo

Hoofdingenieur
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas
Technisch ambtenaar 1e klas
Technisch ambtenaar 1e klas
Technisch ambtenaar
Technisch ambtenaar
Hoofdtechnicus
Technicus A
Technicus A (chef werkplaats)
Technicus A
Technicus A
Technicus A
Technicus B
Technicus B
Technicus B
Technicus C
Technicus C (waarneemleider)
Technicus C
Technicus C
Technicus C
Leerling-tekenaar
Leerling-monteur
Leerling-monteur
Administratief ambtenaar C2e klas
Typiste-telefoniste
Typiste-telefoniste
Schoonmaker (kantinebeheerder)
Schoonmaakster
Schoonmaakster

Prof. Ir. C.A. Muller
Ir. J.W.M. Baars
Ir. J.F. van der Brugge
Drs. J.P. Hamaker
A. Koeling
R.J.H. van 't Land
D. Hoogenraad
G.B.B. van der Toorn
L. de Jonge
J. Bakker
W.H.J. Beerekamp
A. Doorduyn
A.G. Poot
B.A.P. Schipper
J. Buiters
H. Snijder
A.H. Voortman
W. Koops
H.W.H. Meijer
L. Nieuwenhuis
A. Priester
N. Schonewille
R. van Dalen
G.J. Grit
P.C. Jager
Mej. H. Boelen
Mej. J. Dekker
Mej. A. Warnders
J. Hoek
Mevr. R. Hoek-Bentum
Mevr. G. Schans-Smit

Radiosterrenwacht Westerbork

Beheerder
Technisch beheerder
Waarneemleider-programmeur
Technicus A
Technicus A
Technicus B
Technicus B
Technicus B
Technicus B
Technicus B
Technicus B
Bewaker
Bewaker

Dr. E. Raimond
A.C. Hin
S. Drenth
M. Bakker
H.J. Borkhuis
P. van den Akker
K. Brouwer
K. Jansen
S. Sijtsma
J.P. Visscher
A. ter Wiel
K. Kreeft
H. Wijma

Ontwikkelingslaboratorium en werkplaatsen te Leiden

Wetenschappelijk hoofdambtenaar	Ir. J.L. Casse
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Ir. L.H. Sondaar
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Dr. K.J. Wellington
Wetenschappelijk ambtenaar	Ir. J.J. Visser
Gastmedewerker	Dr. C.T. Murray
Technisch ambtenaar 1e klas	K.W.C. Lugtenborg
Technisch ambtenaar 1e klas	I. Starre
Hoofdtechnicus	M. Pauw
Hoofdtechnicus	P.J. van der Veld
Hoofdtechnicus	P.A. Wesdorp
Technicus A	J.C. Bevelander
Technicus A	A.L.C. Heemskerk
Technicus A	W. Korner
Technicus A	L.J. van der Ree
Technicus A	W.B. de Ruijter
Technicus A	W. Star
Technicus B	G.J.M. Koenderink
Technicus C	R.C.V. van Schie
Technicus C	P.F.J.Ph. Verstraaten
Administratief ambtenaar	J.F. Oosterkamp
Secretaresse	Mevr. Mr. M.V. Focquin de Grave-Polak

Centrale rekengroep te Leiden ten behoeve van de elektronische verwerking van de waarnemingen te Dwingeloo en Westerbork

Wetenschappelijk hoofdambtenaar A	Dr. J.A. Högbom
Programmeur	J.J. Schafgans
Administratief ambtenaar C2e klas	J.W. Brotherhood

Werkgroep Radiostraling van de Zon

Wetenschappelijk medewerker	Ir. C. Slottje
Technisch ambtenaar 1e klas	H. Antonides
Technicus C	G.Ph. Friskorn
Technicus C	A.H.M. Huiberts
Technicus C	A.F. Tuinder
Administratief ambtenaar C3e klas	Mevr. W.P. Kruk-van den Bos
Schrijfster A	Mevr. J.D. van Stegeren-Alberts
Werkster	Mevr. I. van Duin-Krijgsman

Buitenlandse gastmedewerkers

Wetenschappelijk medewerker 1e klas	Dr. D.H. Rogstad (per 1 augustus 1969)
-------------------------------------	---

Werkstudenten te Groningen, Leiden en Utrecht

3. FINANCIËLE OVERZICHTEN STICHTING RADIOSTRALING

I. DEFINITIEF OVERZICHT 1967

In het Jaarverslag over 1967 werd reeds een voorlopig overzicht gegeven van de besteding van de gelden op de begroting 1967. Hieronder volgt het definitieve overzicht na afsluiting van de begroting:

A. <u>Gewone Dienst</u>	Begroting 1967	Overschot (+) of tekort (-)
RA salarissen personeel	f 516.200.-	+ f 35.325.25
RB algemene kosten, reis- en publicatiekosten	27.000.-	+ 12.911,58
RC Werkgroep voor de Radio- straling van de Zon	102.500.-	+ 13.203.74
RD exploitatiekosten Radio- sterrenwacht Dwingeloo	48.800.-	- 12.948.19
RE onderhoud telescopen te Dwingeloo	47.500.-	+ 10.073.68
RF algemene voorzieningen te Dwingeloo	45.500.-	- 5.256.98
RG 21 cm H-lijn-onderzoek	15.000.-	- 17.018,65
RH continuüm-onderzoek	60.500.-	+ 16.231.42
	f 863.000.-	+ f 52.521,85
af verrekening salarissen met Synthese-telescoop project (645-5)	53.000.-	- 674,64
	f 810.000.-	+ f 51.847,21

Het overschot op de begroting komt vrijwel overeen met het verwachte overschot, zoals dit in het Jaarverslag 1967 werd gegeven, hoewel in de bedragen enkele verschuivingen zijn opgetreden. Het overschot is voornamelijk afkomstig van de eerste drie begrotingsposten RA, RB en RC, terwijl de totale exploitatie te Dwingeloo in feite een klein tekort vertoont (RD t/m RH).

B. Buitengewone Dienst

Voor het werk van de Stichting te Nederhorst den Berg en Dwingeloo werd voor 1967 geen aanvraag ingediend.

Synthese-radiotelescoop te Westerbork

In het Jaarverslag 1967 werd al een voorlopig financieel overzicht gegeven. Hieronder volgt het definitieve overzicht van deze begroting, die de laatste is welke geheel gescheiden werd gehouden van de op blz. 10 genoemde begroting van de Stichting Radiostraling, in verband met de samenwerking met België voor dit project, welke in 1967 werd beëindigd.

A. <u>Gewone Dienst</u>	Begroting 1967	Overschot (+) of tekort (-)
SA salarissen personeel	f 423.000.-	- f 15.255.85
SC reiskosten, dienstauto	20.000.-	- 636.65
SD materialen, enz.	50.000.-	+ 10.775.39
SE meetinstrumenten	80.000.-	- 1.938.12
SG exploitatie Westerbork, administratiekosten	34.000.-	+ 14.133.30
SH werkzaamheden door derden, verrekening salarissen met begroting Stichting 1967	73.000.-	+ 20.674.64
	f 680.000.-	+ f 27.752.71

Het overschot volgens dit overzicht is wat kleiner dan volgens het in het vorige Jaarverslag gegeven voorlopige overzicht. Dit was ook te verwachten omdat hierin enkele nog uitstaande posten niet waren verwerkt. Het voornaamste overschot is in feite de post werkzaamheden door derden van f 20.000.-, die niet behoefde te worden gebruikt.

II. VOORLOPIG OVERZICHT 1968

Met ingang van 1968 zijn de begrotingen voor de Gewone Dienst van de Stichting Radiostraling en van het Synthese-Telescoop-Project samen-gevoegd, omdat in verband met de beëindiging van de Belgische medewerking aan het Synthese-Telescoop-Project een verdere administratieve scheiding van de twee begrotingen niet meer noodzakelijk was.

A. <u>Gewone Dienst</u>	Begroting ¹⁾ 1968	Overschot (+) of tekort (-)
RA salarissen personeel	f 1.205.500	+ f 3.594
RB algemene kosten, reis- en publicatiekosten	35.750	+ 15.988
RC Werkgroep voor de Radio- straling van de Zon	85.000	- 3.215
RD exploitatiekosten Radio- sterrenwacht Dwingeloo	66.750	- 11.614
RE onderhoud telescopen te Dwingeloo	12.500	+ 9.748
RF algemene voorzieningen te Dwingeloo	107.000	- 52.796
RG 21 cm H-lijn-onderzoek	5.000	- 2.249
RH continuüm-onderzoekingen	13.000	+ 2.930
RK exploitatiekosten Radio- sterrenwacht Westerbork	62.500	+ 23.064
RL reiskosten, enz. voor Syn- these-Telescoop-Project	27.000	+ 1.223
RM administratiekosten Syn- these-Telescoop-Project	5.000	+ 23
RP ontwikkelingskosten voor Synthese-Telescoop-Project	145.000	- 13.684
	f 1.770.000	- f 26.988

1) De in de begroting opgenomen bedragen zijn de bedragen na een her-ziening van de begroting in september 1968.

De begroting 1968 zal volgens dit overzicht met een tekort van ongeveer f 26.988 worden afgesloten. Dit tekort wordt voornamelijk veroorzaakt door een tekort op de exploitatierekeningen van de Radio-sterrenwacht Dwingeloo en van het Laboratorium te Leiden. Het tekort te Dwingeloo wordt hierbij voornamelijk veroorzaakt door het feit dat, tegen onze verwachting in, voor de besturingscomputer voor de radio-telescoop te Dwingeloo (post RF) geen vrijstelling van invoerrechten en omzetbelasting werd verleend.

B. Buitengewone Dienst

Voor 1968 werd door ZWO als subsidie toegekend:

1. Voor de afbouw van de Synthese Radio Telescoop te Westerbork f 3.500.000

Het totaal hiervoor toegekende bedrag is hiermee gekomen op een bedrag van f 15.500.000 tot en met 1968. In 1969 werd nog een aanvullend krediet van f 3.100.000 toegekend.

2. Een aanvullend krediet voor de bouw van een directeurswoning te Dwingeloo, welke in 1967 gereed kwam f 60.000
3. Voor de vervanging van het gaasoppervlak van de 25 meter-telescoop te Dwingeloo f 300.000
4. Voor verdere uitbouw van het ontvangersysteem van de synthese-telescoop op 6 cm en 21 cm (H-lijn-metingen) f 250.000

De vervanging van het gaasoppervlak van de 25 meter-radiotelescoop te Dwingeloo werd reeds een aantal jaren geleden op de begroting opgevoerd, maar werd toen niet uitgevoerd, o.a. omdat het toenmalige ontwerp niet bevredigde en de telescoop niet een vrij lange tijd buiten bedrijf kon worden gesteld.

4. ONDERZOEKINGEN EN TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN

4.1 De Radiostraling van de Zon

4.1.1 Een radiospectrograaf voor het onderzoek van de corona van de Zon^{*}

Sinds de herfst van 1968 beschikt de "Werkgroep Radiostraling van de Zon" van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg over een 60-kanaals radiospectrograaf voor het octaaf tussen 320 en 160 MHz (golflengte tussen circa 1 en 2 meter). Het instrument is sneller, gevoeliger en nauwkeuriger dan soortgelijke, elders in gebruik zijnde exemplaren. De verantwoordelijkheid voor ontwerp en constructie berustte bij Ir. J. van Nieuwkoop, lid van de Werkgroep. De als eerste resultaat verkregen spektra tonen de verwachte winst in detail en scheidend vermogen, nodig om de fijn gestructureerde variabiliteit, eigen aan sommige vormen van coronale radiostraling, voldoende op te lossen. Voor het eerst komen nu gegevens beschikbaar die kunnen inspireren tot een verantwoord beeld van de fysische oorzaken van deze straling met behulp van de theoretische plasmafysika.

De radiostraling van de zon wordt opgewekt in de corona van de zon, een elektron-proton plasma met een temperatuur van circa een miljoen graden. Dit betekent dat de thermische (d.i. gemiddeld ongerichte) snelheid van de electronen circa 5500 km/sec bedraagt en die van de protonen (waterstofkernen) dienovereenkomstig ca. 130 km/sec. Neutrale waterstof komt dus niet voor. De vrije electronen, als collectief, en eventueel aanwezige magnetische velden bepalen het gedrag van zo'n plasma; het geringe bijmengsel van alle andere elementkernen is hier van geen belang. De temperatuur verandert maar zeer weinig met de afstand tot de zon (hoogte), de dichtheid echter wel: over drie miljoen kilometer hoogteverschil (4 maal de straal van de zon) neemt de electronendichtheid af van 10^8 à 10^9 tot 10^5 à 10^6 per kubieke centimeter, dus met een factor duizend. De corona is dus overal bijzonder ijl, maar produceert toch dankzij haar hoge temperatuur een goed meetbare stralingsflux op alle radiogolflengten. Deze is, gemeten over maanden, vrijwel constant en wordt thermische achtergrond genoemd. Er is een direct verband te leggen tussen elke golflengte van de op aarde ontvangen straling en de dichtheid van het plasma dat hiertoe bijdraagt, dus de hoogte boven de zon van de betreffende corona-laag. Men kan op grond hiervan (om de gedachten te bepalen) stellen dat de spectrograaf (160-320 MHz) "kijkt" naar de laag tussen 20000 en 100000 km boven het zonsoppervlak. De naam achtergrondstraling voor de thermische emissie suggereert al dat daarop gesuperponeerde vormen van straling voorkomen, die het bestaan van veel intrigerender emissiemechanismen verraden. Zij zijn het onderwerp van studie dat de Werkgroep bezighoudt. Hun effect als radiostraling kan men uitbarstingen noemen; zij zijn op enkele uitzonderingen na slechts met kwalitatief-descriptieve methoden te klassificeren. Zij hebben gemeen dat ze min of meer direct een gevolg zijn van het optische verschijnsel in de chromosfeer van de zon dat bekend is als zonnevlam.

* De inhoud van deze paragraaf is gelijk aan die van een artikel, door Dr. T. de Groot (Utrecht) geschreven voor het Jaarboek 1968 van Z.W.O.

Hierbij komt in een beperkt volume gedurende een tiental minuten (gemiddeld) een zeer grote hoeveelheid energie vrij, gedeeltelijk als optische emissie, maar voor een groot gedeelte eveneens in zeer energierijke, dus snelle, gerichte stromen van geladen deeltjes (electronen en protonen). Deze brengen de corona in beroering en veroorzaken daar een complex geheel van plasma-instabiliteiten, ook uren en zelfs dagen nadat de optische zonnevlam voorbij is. Van bepalend belang voor de processen die hierbij optreden is dat het plasma, boven de activiteitscentra die een vlam kunnen produceren, ingebed is in het magnetische veld van de zonnevlekken die het activiteitscentrum beheersen. Globaal kan men zeggen dat de ten gevolge van het vlamproces in de corona geïnjecteerde geladen-deeltjesstromen direct (en wel in de vorm van magnetische remstraling oftewel synchrotronstraling), en in latere stadia indirect via een nog niet begrepen samenspel met het magnetoplasma, oorzaak zijn van een zeer variabele stralingsflux. Hierin zijn duidelijk verschillende vormen te onderkennen, die dus informatie bevatten omtrent hun oorzaak, echter in een "code" welke ontwar-ring gedeeltelijk nog onvervulde eisen stelt aan het instrumenteel arsenaal en het theoretisch vermogen.

Om dit gebeuren naar behoren te analyseren is aan de instrumentele kant een ontvanger nodig die de stralingsflux meet als functie van de tijd en de frequentie (of de golflengte). Een dergelijke ontvanger heet radiospectrograaf. Hierin is begrepen dat ook de polarisatietoestand van de straling vastgelegd wordt. Ook de plaats van oorsprong van de straling is een onmisbaar gegeven, dat men alleen kan verkrijgen met behulp van een radio-interferometer, een combinatie van minstens twee radiospiegels. In elk van de variabelen tijd, frequentie en plaats moet het scheidend vermogen voldoende zijn. Voor het verschijnsel dat de Werkgroep het meest interesseert, de ruisstormen, is de eis aan het scheidend vermogen het meest stringent: tijdoplossing beter dan 0.01 sec, frequentie-oplossing beter dan 1 MHz, plaatsoplossing enkele boogminuten. Dit betekent voor de spectrograaf dus dat in een seconde 100 onafhankelijke metingen van de flux (intensiteit) uitgevoerd moeten kunnen worden binnen een bandbreedte van 1 MHz, en in een band van b.v. 10 MHz 10 onafhankelijke metingen binnen 0.01 sec. De fluxvariaties in een ruisstorm kunnen gering zijn, en juist dan zijn ze het meest interessant. Dit geeft als extra eis voor de spectrograaf dat hij gevoelig moet zijn. Ons nieuwe instrument voldoet ten volle aan de hier globaal geschetste eisen. Het is uiteindelijk de bedoeling om tegelijkertijd (d.w.z. binnen 0.01 sec) ook positie-informatie bij verscheidene frequenties te verkrijgen door op de een of andere manier de spectrograaf aan een interferometer te koppelen. Tot dan wordt de spectrograaf gewoon achter een eenvoudige radiotelescoop gebruikt.

De radiospectrografie van de zon werd voor het eerst bedreven (tussen 40 en 70 MHz) door J.P. Wild (CSIRO-Australië) omstreeks 1950. Zijn spectrograaf was het prototype van de z.g. "gezwaaide ontvangers". Hierbij wordt in snelle herhaling achtereenvolgens afgestemd op alle frequenties in de band, die aldus b.v. 3 x per sec doorlopen ("afgetast") wordt. Het is dus een eenkanaalsontvanger, omdat nooit op meer dan een frequentie in de band tegelijkertijd afgestemd kan worden. Hierdoor is hij betrekkelijk ongevoelig en traag. Gezwaaide ontvangers kan men in verscheidene centra van radio-zonneonderzoek vinden. Het zijn moderne versies van het prototype van Wild en ze bestrijken het gehele radiogebied, met dien verstande

dat voor elk octaaf een dergelijke ontvanger nodig is. Deze instrumenten geven een goed beeld van de radioverschijnselen, maar uiteraard in vrij grove trekken. Gedurende het Internationale Geofysische Jaar en daarna is de zon met radiospectrografen van dit type "bewaakt", met als gevolg een vrijwel niet te overziene hoeveelheid gegevens. Ze vertegenwoordigen als bijdrage tot het "journaal" van de zonneverschijnselen wel degelijk een zekere waarde, maar de informatie met betrekking tot de radioverschijnselen zelf is niet vrij van overvloedigheid. Reeds meer dan tien jaar geleden hadden wij de overtuiging dat alleen het verhogen van de informatie-dichtheid per verschijnsel - dat is het verhogen, zoveel als mogelijk, van het scheidend vermogen in alle variabelen - werkelijk nieuwe gegevens zou verschaffen. De kleine en snelle fluctuaties in ruisstormen zijn namelijk niet willekeurig, maar ze zijn een samenspel van goed definieerbare elementaire verschijnselen, stormstoten (stormbursts), in snelle opeenvolging en vaak zeer groten getale, individueel vrij zwak. De duur van zo'n stoot is slechts enkele tienden van een seconde en hij manifesteert zich alleen in een smal frequentiegebiedje van enkele MHz, dat voor elke stoot weer ergens anders in de band kan liggen. Het bestaan van deze stoten werd reeds gesuggereerd in de spectra afkomstig van gezwaaiide ontvangers. Om de eigenschappen van stormstoten zelf nauwkeurig te onderzoeken dient de nieuwe spectrograaf als equivalent van een microscoop. Ze zijn elementair in de zin van niet meer ontleedbaar; plasmafysisch onderzoek op grond van kwantitatieve meetgegevens kan wellicht leiden tot een fundamenteeler inzicht, ook van de macroverschijnselen. In ieder geval kan om te beginnen het probleem nu concreet gesteld worden, zodat de in zwang zijnde vage ad hoc verklaringen hun suggestieve geloofwaardigheid verliezen.

De nieuwe spectrograaf is een meerkanaals-ontvanger, omdat met een gezwaaiide ontvanger de vereiste gevoeligheid niet haalbaar is. Dat wil zeggen dat hij bestaat uit 60 onafhankelijke ontvangers, afgestemd op 60 equidistante frequenties in het octaaf tussen 160 en 320 MHz. Omdat het een meetinstrument van hoge precisie moet zijn, is zeer veel zorg besteed aan de gelijkheid van de gevoeligheid, zowel als van de versterkingsfactor in al deze 60 kanalen, benevens aan hun constantheid over lange perioden. De ontvanger bevat daartoe een automatisch die elke 3 milliseconden gevoeligheid en versterkingsfactor bijregelt door middel van vergelijking met standaard-ruisbronnen (geschakelde ontvanger).

Hoewel de spectrograaf primair bedoeld is voor zwakke, kortdurende verschijnselen, zijn er adequate voorzieningen getroffen om ook sterke uitbarstingen kwantitatief vast te leggen. Naast de 60 "gevoelige" uitgangen die een bereik hebben van 10^{-21} Watt ($m^2 \text{ Hz}$)⁻¹, zijn er ook 60 overeenkomstige "ongevoelige" met een bereik tot circa 10^{-18} Watt ($m^2 \text{ Hz}$)⁻¹; deze laatste hebben een logaritmische responsie. De macroverschijnselen waarvan eerder sprake was kunnen zo door de spectrograaf kwantitatief gemeten worden zonder dat verzadiging optreedt. Dit geeft de mogelijkheid tot aansluiting bij de resultaten van gezwaaiide spectrografen en identificatie. Bovendien kunnen karakteristieke eigenschappen op grote schaal dan gecorreleerd worden met de microstructuren die er mogelijk op gesuperponeerd zijn, en die vergroot weergegeven worden door de "gevoelige" uitgangen.

De 60 uitgangsspanningen worden toegevoerd aan het rooster van een televisiebuis die eendimensionaal gebruikt wordt, d.w.z. hij vertoont slechts een horizontale lijn. De plaats op deze lijn

komt overeen met een kanaalnummer, de helderheid van de spot daar ter plaatse is een maat voor de stralingsflux van de zon in dat kanaal en op het tijdstip van oplichten. Deze lijn wordt gefilmd met een continu lopende 35 mm filmcamera. De afbeelding (Figuur 1) toont een resultaat. De aldus zichtbare resultaten geven de mogelijkheid tot descriptief-qualitatieve classificatie, iets dat bij een nogal chaotisch lijkende gegevenheid zoals hier steeds nodig blijft. Het nieuwe element in deze spectrograaf, namelijk zijn exactheid, eist een overeenkomstig nauwkeurige vastlegging der resultaten. Dit zal in eerste instantie gebeuren door middel van een automatische isofotenschrijver die nu bijna gereed is.

Om het scheidend vermogen in frequentie aan te kunnen passen aan de geringe bandbreedte van de stormstoten, kunnen de 60 kanalen met een geringe ingreep dichter bij elkaar gebracht worden, verdeeld over een overeenkomstig smallere frequentieband, zodat b.v. om de 0.3 MHz een meting mogelijk is.

De spectrograaf is momenteel aangesloten achter een 10 meter-reflector op het ontvangstation Nederhorst den Berg Radio (NERA) van de P.T.T. In het brandpunt hiervan bevindt zich een breedband-antenne van het z.g. logaritmisch-periodische type, zodanig aangepast dat de achtergrondstraling van de zon over het gehele octaaf van 160 tot 320 MHz in de antenne ongeveer dezelfde spanning opwekt.

4.1.2 Verslag van de Werkgroep Radiostraling van de Zon

In de loop van het jaar werd de radiospectrograaf, compleet met 60 kanalen, in gebruik genomen en werden enige waarnemingsreeksen verkregen. Over de betekenis van de radiospectrograaf voor het onderzoek van de Werkgroep wordt in de voorafgaande paragraaf bericht.

Het waarnemingsmateriaal omvat een groot aantal verschijnselen van zeer uiteenlopende aard; met de bestudering hiervan werd begonnen. Nog in voorbereiding zijn de volgende voorzieningen:

- een automatische aanduiding van de tijd op de film;
- een aanduiding van niveaus van constante intensiteit op de film.

Eveneens werden series metingen verkregen met de interferometer met grote basislengte (1.5 km) op 200 MHz. Deze metingen leverden informatie over de uitgebreidheid van kortstondige radiostoten en de spreiding in positie. Met een gedetailleerd onderzoek hiernaar werd begonnen door E. Diemel. De resultaten van deze eerste meetseries zijn niet alleen op zichzelf van belang, maar verschaffen ook inzicht in de richting waarin het onderzoek naar de plaats van herkomst der radiostoten zich zal moeten ontwikkelen. In verband hiermee werden voorbereidingen getroffen voor een geautomatiseerde wijze van registreren, ter vermindering van het tijdrovende uitwerken der registraties. In een vernieuwde opzet van de interferometer-ontvanger zal op drie frequenties, vallende binnen de spectrograafband, worden waargenomen.

Met het oog op de planning van het onderzoekprogramma van de Werkgroep maakte A.D. Fokker een reis naar Japan en Australië om zich van de jongste ontwikkelingen daar op de hoogte te stellen. Vooral ten aanzien van de plaats-informatie zijn in Australië zeer belangrijke ontwikkelingen tot een voorlopige afsluiting gekomen (de Culgoora-heliograaf). Voor de interpretatie van de radiospectra en voor het inzicht in de interdependentie van de

- 269 MHz
polarisatie
- 293 MHz

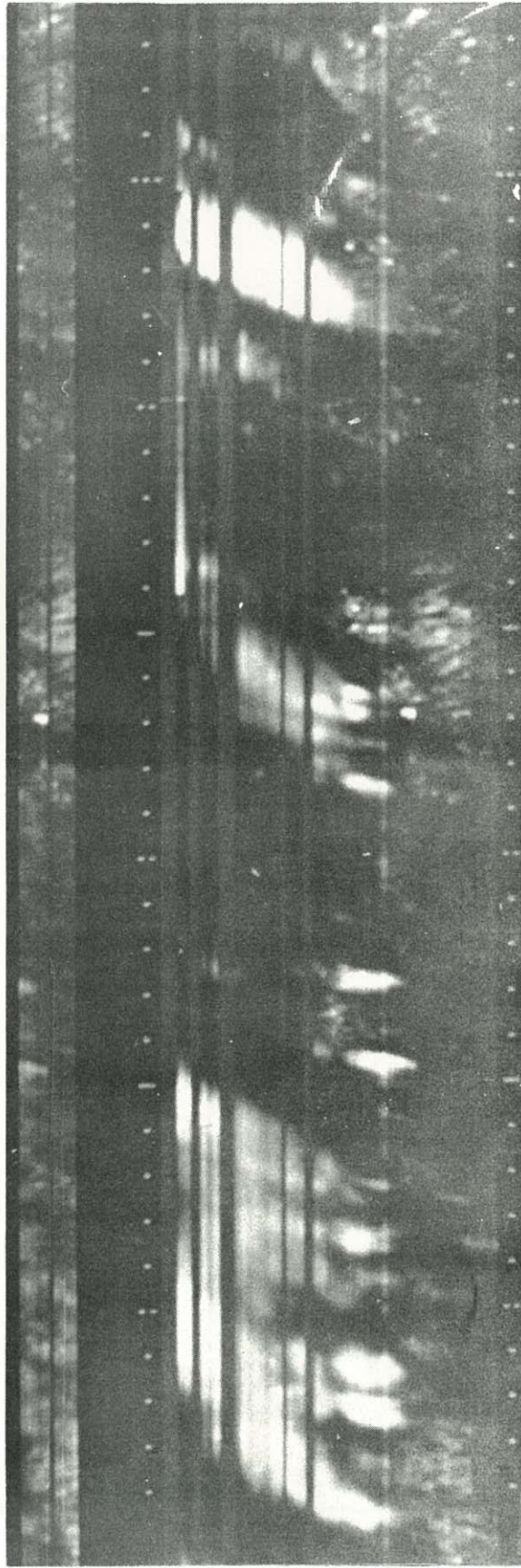
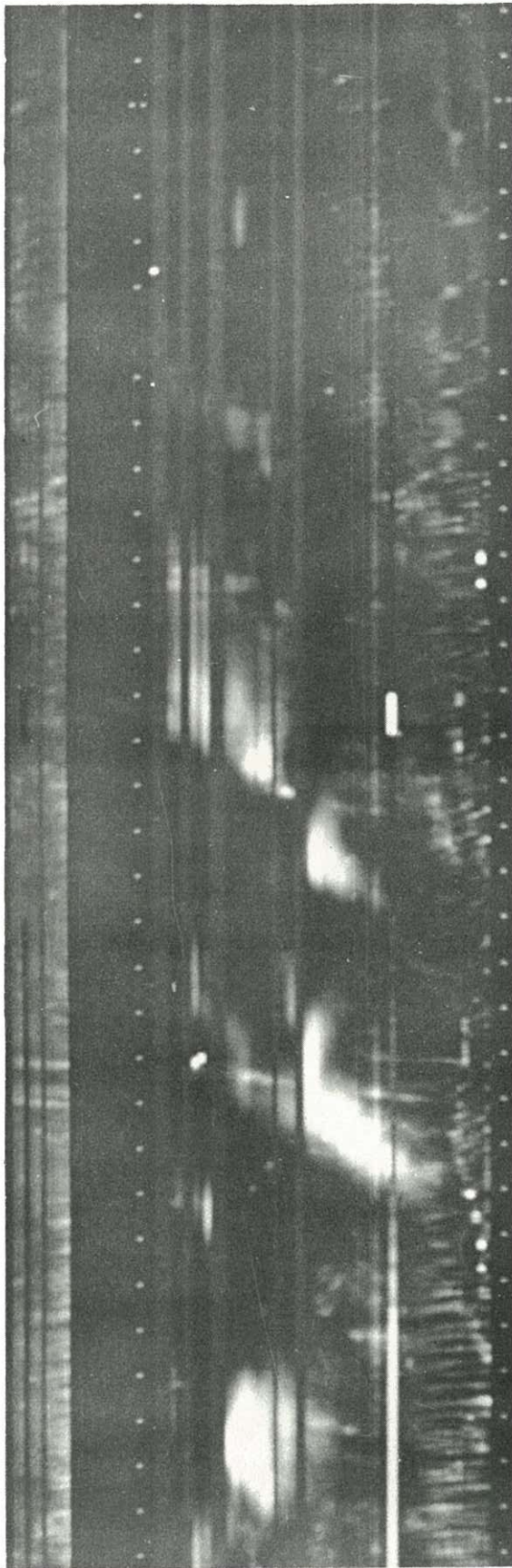
- 160 MHz

- 320 MHz

- 269 MHz
polarisatie
- 293 MHz

- 160 MHz

- 320 MHz



→ tijd

↔ 5 sec

Figuur 1. Twee fragmenten uit een film, opgenomen met de 60-kanaals radiospectrograaf van de Werkgroep Radiostraling van de Zon, van coronale radio-emissie, die optrad op 30 december 1968.

radio-zonneverschijnselen is het noodzakelijk om over plaats-informatie te beschikken.

Het dagelijks waarnemingsprogramma te Nera (interferometrie met kleine basislengte op 136 en 255 MHz; fluxmetingen op 200, 610 en 3000 MHz) werd grotendeels verzorgd door personeel van PTT. Gegevens over fluxdichtheid en uitbarstingen worden maandelijks ter beschikking gesteld van andere Observatoria en worden verwerkt in de compilatie van wereldwijze gegevens over de radiostraling van de Zon in het Quarterly Bulletin on Solar Activity. De verzorging van het deel "Solar Radio Emission" van dit Bulletin berust bij de Werkgroep.

4.2 Onderzoekingen met de grote telescoop te Dwingeloo

4.2.1 Het antennepatroon van de 25 meter-spiegel

J.W.M. Baars en A.P. Hartsuijker zetten hun metingen van het antennepatroon voort, volgens de in het Jaarverslag 1967 beschreven methode. Vrijwel het gehele bereikbare gebied van het stralingspatroon is gemeten. Het bleek mogelijk, niveaus van -55 dB ten opzichte van de hoofdplu te betrouwbaar te meten. De publicatie van de resultaten is in voorbereiding.

Baars en Hartsuijker voerden tevens een thermische calibratie uit van de standaardruisbron.

4.2.2 Continue radiostraling

De 25 meter-spiegel wordt in 1969 van nieuw, beter gaas voorzien. Een onderzoek naar de mogelijkheden van nieuwe waarnemingsprogramma's met de vernieuwde spiegel leidde Baars en H. van der Laan tot het voorstel om op een golflengte van 11 cm te gaan zoeken naar tot nu toe onbekende bronnen, die bij kortere golflengten relatief het sterkst stralen. De ondergrens waartoe zo'n survey reikt, wordt bepaald door het "verwarringsniveau" van zwakke bronnen in de achtergrond. Een experimentele bepaling hiervan werd gemaakt met de 25 meter-telescoop van de Universiteit van Bonn. De metingen konden niet worden beëindigd, ze worden in februari 1969 afgesloten. Voorlopige resultaten suggereren dat het verwarringsniveau ongeveer gelijk is aan het berekende. De voorgestelde survey zou in dit geval vrijwel zeker zijn doel bereiken.

Elly M. Berkhuijsen (Leiden) werkte aan de reductie van de, in 1967 afgesloten, waarnemingen van de achtergrondstraling op 820 MHz. Bij het vorderen van dit reductiewerk kwamen een aantal onvoorziene moeilijkheden tevoorschijn. De ernstigste daarvan was dat blijkbaar sprongen in het nulniveau van de ontvanger zijn opgetreden, die de relatieve fout van de survey zullen vergroten tot ongeveer $+0.4^\circ\text{K}$. Bijzondere aandacht is geschonken aan het probleem van de absorptie van de radiostraling door de atmosfeer. Deze absorptie blijkt sterker te zijn dan men op theoretische gronden verwacht. Ook is gebleken, dat de bomen rondom de 25 meter-telescoop bij waarnemingen beneden elevaties van ongeveer 10° ernstig energieverlies veroorzaken.

T.A.Th. Spoelstra deed waarnemingen van de lineaire polarisatie van de galactische achtergrondstraling op een frequentie van 1411 MHz (21.2 cm golflengte).

Tijdens periode I (29 maart - 12 juni 1968) zijn in totaal 21208 waarnemingen gedaan van de volgende gebieden:

"North Polar Spur" : 15° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 45° , 20° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 50° .
gebied bij $\text{II} = 140^\circ$: 132° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 142° , 2° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 12° .
gebied bij Taurus : 171° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 179° , -19° $\swarrow$ II $\nwarrow$ 11° .

Tijdens periode II (15 november 1968 - half januari 1969) zijn in totaal 8173 waarnemingen gedaan van de "Cetus Arc"

($120^\circ \leq l^{II} \leq 160^\circ$, $-55^\circ \leq b^{II} \leq +2^\circ$), alsmede een aantal aanvullende metingen van de North Polar Spur. Vanwege de vele technische moeilijkheden die in deze periode optraden, is het gewicht van deze metingen laag. In het najaar van 1969 zal dit onderzoek worden herhaald.

Gestreefd is naar een meetpunten-raster met een spacing van 0.7° in de onderzochte gebieden. Voor de waarnemingen gedaan tijdens periode I is dit vrijwel verwezenlijkt (twee gebieden in de Spur hebben een 1° spacing). In enkele kleine gebieden is 0.5° en beter bereikt, dus een volledige bedekking met de bundel van de 25 meter-telescoop op 21 cm golflengte.

Naast polarisatiemetingen deed Spoelstra waarnemingen in verband met Faraday-draaiing (steeds overdag), grondstralings-invloeden, absolute ijking en kruispolarisatie.

De reductie verkeert in een gevorderd stadium. Binnen afzienbare tijd (eind 1969 - begin 1970) worden de eerste resultaten en kaartjes verwacht.

4.2.3 Lijnstraling van neutrale waterstof bij 21 cm golflengte

4.2.3.1 Organisatie van de waarnemingen en hun bewerking

De nauwe samenwerking tussen Groningen en Leiden bij onderzoekingen van de 21 cm-lijn duurde voort. De coördinatie der waarnemingsprogramma's (vgl. Jaarverslag 1967) was in handen van P.R. Wesselius (Groningen), later opgevolgd door R. Sancisi (Groningen). De organisatie en waarnemingen te Dwingeloo werd verzorgd door S. Drenth.

De verantwoordelijkheid voor de centrale reductie te Leiden ging over van W.W. Shane op E. Raimond, later op P. Katgert. Het Groningse aandeel, in het bijzonder de bepaling der nullijnen, werd door U.J. Schwarz overgedragen aan P.R. Wesselius, geassisteerd door J.A. de Boer en J. Oostindiër; dit werk geschiedde op de Telefunken TR 4 van het Rekencentrum der Groninger Universiteit. Het standaardreductieprogramma voor de IBM 360/50 van het Centraal Reken Instituut der Leidse Universiteit werd onder leiding van W.B. Burton voltooid. Alleen een programma ter bepaling van de nullijn moet daaraan nog worden toegevoegd; Oostindiër (Groningen) en Kroodsma (Leiden) namen de verzorging daarvan ter hand. De standaardreductie op de IBM 360/50, onder leiding van Katgert, verloopt belangrijk vlotter dan voorheen; dit bevordert de tijdige controle op de kwaliteit der waarnemingen.

A.H. Rots (Groningen) bepaalde de gemiddelde ruis uit een serie metingen van Schwarz.

4.2.3.2 De binnendelen van het Melkwegstelsel

P.C. van der Kruit (Leiden) verkreeg een nieuwe serie metingen in de omgeving van het Melkwegcentrum.

W.B. Burton (Leiden) vervolgde zijn analyse van de Melkwegstructuur in het gebied van de Sagittarius Arm, tussen 43° en 56° galactische lengte. Met behulp van de gaussische componenten van de lijnprofielen bracht hij de

structuur in kaart op de basis van verschillende modellen: cirkelvormige rotatie, rotatie met een stroming erop gesuperponeerd, de theorie van Lin. Vergelijking van de waarnemingen met voorspelde contourkaarten, afgeleid uit de verschillende modellen, viel het gunstigst uit voor de theorie van Lin, al is de overeenstemming slechts globaal. De "hobbels" in de rotatiekromme van het gas lijken te kunnen worden toegeschreven aan stromingen die verband houden met de spiraalarmen.

Burton en S.C. Simonson (Leiden) stelden een contourkaart samen van de waterstofstraling langs de galactische equator in het interval $-6^\circ < l < 110^\circ$. Een nieuwe, homogene, volledige reeks waarnemingen voor dit programma werd voorbereid.

W.W. Shane (Leiden) vervolgde zijn analyse van het gebied $22^\circ < l < 42^\circ$.

4.2.3.3 Objecten en gebieden in de omgeving van de Zon

R. Sancisi (Groningen) vervolgde zijn studie van de verbanden tussen neutrale waterstof, donkere materie en T Tauri sterren. Behalve in de omgeving van de donkere wolken in Taurus en Perseus, ondernam hij ook een waarnemingsreeks in het gebied van de reflectielevel M 78 in Orion.

Sancisi gaf voorts uitbreiding aan de eerder door H. van Woerden (Groningen) begonnen waarnemingen in de gebieden rondom de OB associaties in Lacerta en Scorpius-Ophiuchus. Ook nam Sancisi, geassisteerd door S.M. Baas (Groningen), een aandeel in het onderzoek naar de neutrale waterstof in de omgeving van het Oriongebied, waarbij in het bijzonder werd gelet op de correlatie tussen waterstofhoeveelheid en optische extinctie.

Van Woerden en D.A. Beintema (Groningen) vervolgden de analyse van op Mount Wilson verkregen hoge-dispersiespectra, waarbij de eigenschappen van interstellair waterstof en geïoniseerd calcium worden vergeleken. In dit werk nam ook J. Nentjes (Groningen) een aandeel.

H.J. Habing (Groningen) sloot zijn werk aan de vergelijking van interstellair H, Na en Ca^+ af met een proefschrift. Hij zet zijn theoretisch werk over de fysische toestand van het interstellair gas sinds juli 1968 voort aan de University of California te Berkeley, als medewerker van G.B. Field.

U.J. Schwarz (Groningen) voltooide zijn analyses van de wolkstructuur en bewegingen van neutrale waterstof in het gebied $122^\circ \leq l \leq 142^\circ$, $+20^\circ \leq b \leq +30^\circ$. Hij zet de statistische discussie van de resultaten voort, thans als tijdelijk medewerker van de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization te Sydney. Schwarz en A.H. Rots (Groningen) analyseerden de waterstof in het aangrenzende gebied ($+14^\circ \leq b \leq +20^\circ$). Rots voltooide zijn kritische studie van de door Heiles aangekondigde "cloudlets"; hij kwam tot de conclusie dat de cloudlets geen homogene klasse objecten vormen, zodat Heiles' statistieken niet betrouwbaar zijn.

4.2.3.4 Neutrale waterstof op hoge galactische breedten

In het Jaarverslag 1967 werd uitvoerig melding gemaakt van de grote Groningse survey van waterstof op hoge breedten. Het tekenwerk voor de publicatie van Tolbert's materiaal werd onder toezicht van P.R. Wesselius voltooid; C.R. Tolbert zelf legde er de laatste hand aan. Publicatie kan nu spoedig tegemoet worden gezien. Wesselius analyseerde de profielen van deze survey in gauss-componenten volgens de vereenvoudigde methode van Schwarz.

Wesselius deed waarnemingen van twee waterstofwolken op hoge galactische breedte (rondom $l = 103^\circ$, $b = +69^\circ$ en rondom $l = 240^\circ$, $b = +75^\circ$) en bestudeerde hun eigenschappen. De studie van één dezer wolken kwam gereed voor publicatie.

A.N.M. Hulsbosch (Leiden) verfijnde zijn studie van enkele wolkcomplexen met hoge snelheden op hoge positieve breedten.

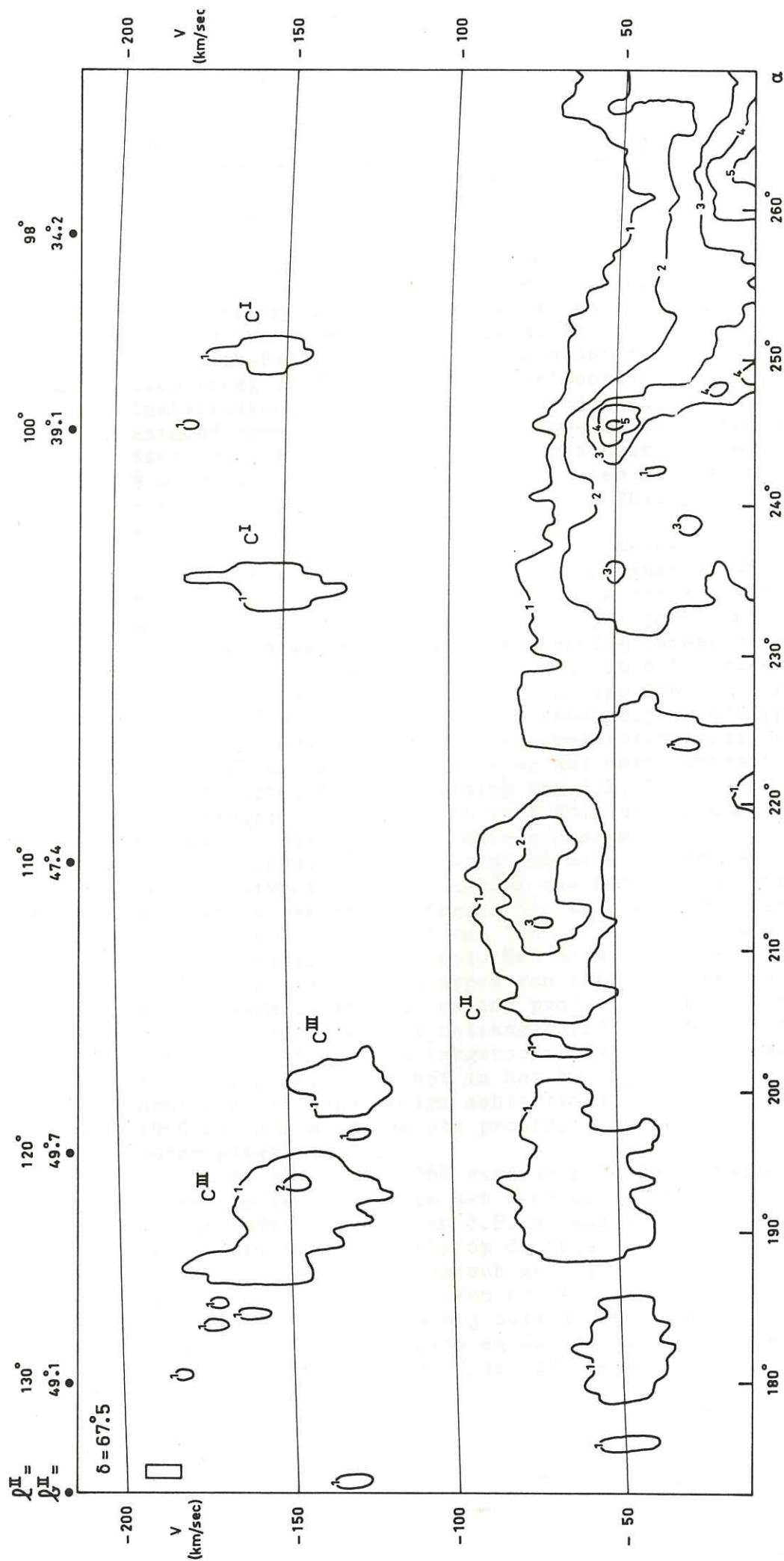
J. van Kuilenburg (Leiden) trachtte wolken met hoge snelheden te vinden door metingen met vaste declinatie en vaste frequentie uit te voeren; bij deze soort metingen bleek de variatie in nulniveau opvallend gering, en het percentage nuttig gebruikte waarneemtijd bijzonder hoog (bijna 90%). Voltooid zijn de metingen met declinaties $> 50^\circ$ (in stappen van 2.5°), in het snelheidsinterval tussen -50 en -250 km/sec, en die met declinaties $< 0^\circ$ tussen $+50$ en $+250$ km/sec; stroken van 15° rondom het galactische vlak werden overgeslagen. Figuur 2 illustreert de meetresultaten. Deze hebben overigens geen belangrijke wijzigingen gebracht in het al bestaande beeld van de verdeling van hoge-snelheidswolken.

Miss Margaret Kepner (U.S.A.), die gedurende het hele jaar in Leiden werkzaam was met een beurs van de Nederlandse Regering, voltooide een uitvoerig onderzoek over de snelheidsverdeling van neutrale waterstof tussen 48° en 228° lengte en $+5^\circ$ en $+20^\circ$ breedte. Het doel van het onderzoek was om na te gaan of ook in andere delen van het Melkwegstelsel verschijnselen bestaan van dezelfde aard als die welke waargenomen zijn bij hoge en middel-hoge snelheden op hoge breedten. Inderdaad werden over een groot lengte-interval hoge negatieve snelheden (tot -160 à -180 km/sec) gevonden; er kan echter nog geen eenduidige interpretatie gegeven worden.

Bij dit onderzoek werd tevens gevonden dat zelfs tot ongeveer 16° breedte ophopingen van snelheden in de buurt van de snelheid van enige bekende spiraalarmen bestaan. Dit wijst erop dat gaswolken uit deze armen tot op hoogten van de orde van 1 kpc boven het Melkwegvlak bewegen.

Hulsbosch vulde Miss Kepner's werk aan naar lage en negatieve breedten.

J.H. Oort (Leiden) deed een verder onderzoek naar de herkomst van de hoge-snelheidswolken. Dit leidde tot de conclusie dat het zeer wel mogelijk is dat deze wolken veroorzaakt worden door intergalactisch gas dat nog steeds in het Melkwegstelsel, evenals vermoedelijk in andere sterrenstelsels, uit het hen omringende heelal binnenstroomt. P.C. van der Kruit deed berekeningen over deze instroming.



Figuur 2. Neutrale waterstof langs de kleine cirkel met constante declinatie $+67.5^\circ$. Het diagram toont de intensiteit (in graden Kelvin) als functie van rechte klimming en radiële snelheid; galactische lengte l en breedte b staan aangegeven langs de bovenrand van de figuur.

De waterstofcomplexen zijn aangeduid met dezelfde namen (C^I , C^{II} , C^{III}) als in het artikel van Hulsbosch, Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 33. De bandbreedte en halve bundelbreedte zijn aangegeven door het rechthoekje in de linkerbovenhoek.

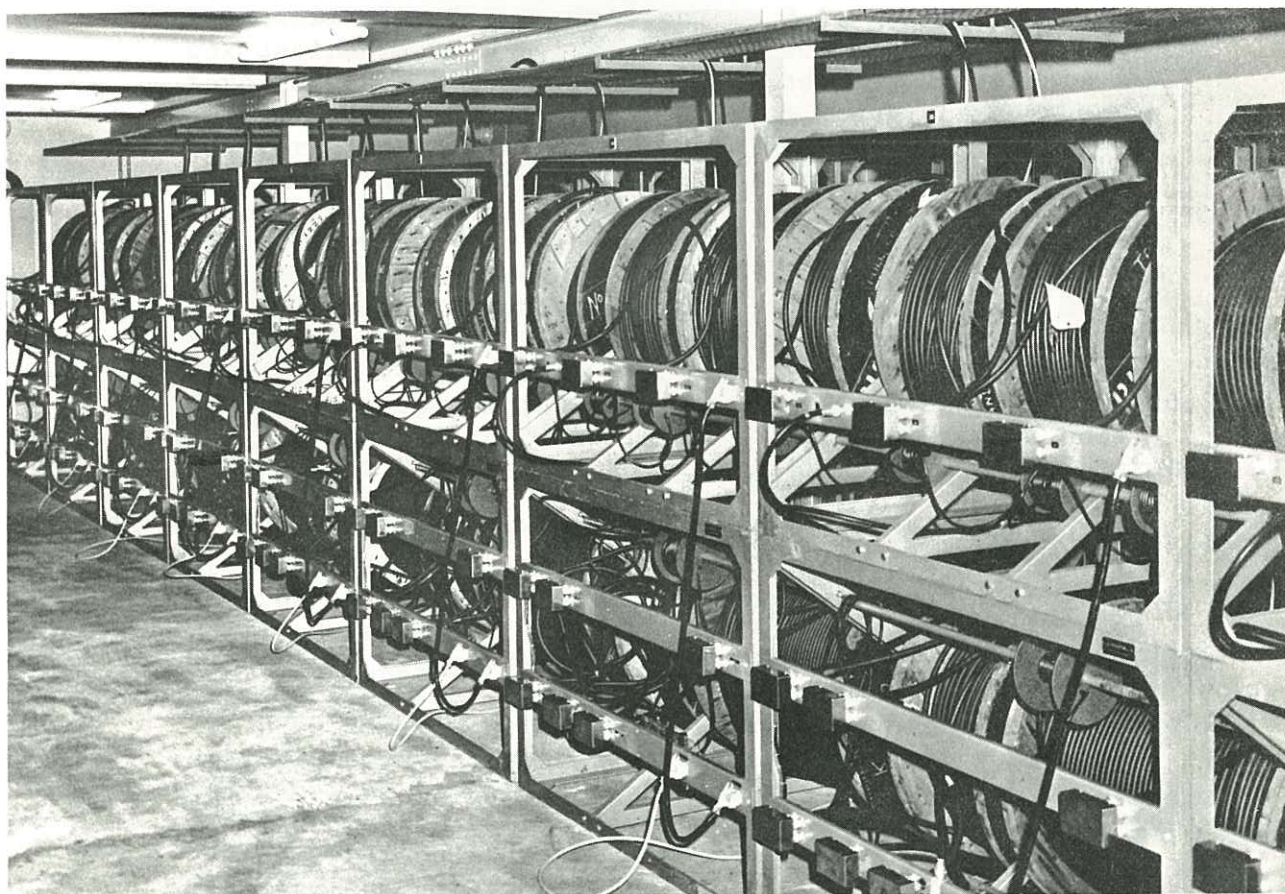
4.3 De Synthese Radio Telescoop te Westerbork

4.3.1 Bouw- en ontwikkelingswerk

In het najaar van 1968 kwamen de 12 radiotelescopen, wat de mechanische voorzieningen betreft, geheel gereed. De metingen aan de spiegels en de afstelling van de telescopen werden uitgevoerd onder leiding van J.W.M. Baars. Na het vertrek van Bronswerk-Fijenoord als hoofdaannemer van de telescoopconstructies kreeg de Stichting de verantwoordelijkheid voor terrein en installaties. Het dienstgebouw werd in november betrokken. E. Raimond treedt vanaf 1 januari 1969 op als beheerder, geassisteerd door A.C. Hin als technisch beheerder. De projectleider B.G. Hooghoudt behandelde de contacten met de aannemers, waarvan Heemaf (electrische installaties) en Philips (positionering) hun werkzaamheden nog voortzetten.

Het ontvangersysteem voor de synthese-telescoop, dat bestaat uit een twintigtal interferometer-ontvangers, waarmee de volledige polarisatietoestand van de 21 cm continuümstraling kan worden waargenomen, is in de afgelopen jaren ontwikkeld en gebouwd in nauwe onderlinge samenwerking tussen de stichtingslaboratoria te Dwingeloo en Leiden. In het vorige jaarverslag werd reeds vermeld, dat in de loop van 1967 al kon worden begonnen met de productie van enige belangrijke ontvangeronderdelen, zoals het 160-kanalen 11 MHz-correlatorgedeelte, het 30-MHz centrale middenfrequentgedeelte en het vertragingslijnsysteem, waarvoor prototypes onder leiding van J.L. Casse te Leiden werden ontwikkeld; deze productie vond voor een belangrijk deel te Dwingeloo plaats. Het 11-MHz-deel kwam in de loop van 1968 geheel gereed, het delay-systeem werd aan het eind van het jaar in de daarvoor bestemde kelder van het bedieningsgebouw te Westerbork geplaatst (figuur 3), waarna de definitieve afregeling in de eerste helft van 1969 plaatsvond. Het 30-MHz-deel kwam ook begin 1969 gereed. Het ontwikkelingswerk aan verschillende andere prototypes van ontvangerdelen kon in 1968 worden afgesloten, waarna tot productie kon worden overgegaan. De bouw van het gehele ontvangersysteem bevond zich aan het einde van 1968 in een vergevorderd stadium, al was er op enkele punten, zoals het in het brandpunt van de telescopen te monteren frontend, enige achterstand in de productie. In maart 1969 kon echter de eerste proefmeting met de eerste interferometer plaatsvinden.

In de zomer van 1968 werd de hoogfrequent-bekabeling tussen de telescopen en het centrale bedieningsgebouw aangebracht onder leiding van J.P. Hamaker, en werd begonnen aan de montage van de kabels op de telescopen na voorbereidend onderzoek over het thermisch gedrag van coaxiale kabels door C.T. Murray en Hamaker. Een eerste onderzoek over de fasestabiliteit van kabels bij buiging en temperatuurverandering vond door K.J. Wellington en Murray plaats, in verband met de constructie van de z.g. "jumper"kabels bij de draaipunten van de telescopen.



Figuur 3. Het 30-MHz vertragslijnsysteem in de kelder van het bedieningsgebouw van de synthese-telescoop te Westerbork.

Door Murray werd een 2.8-MHz oscillator-frequentievermenigvuldiger gebouwd voor de parametrische versterkers, waarbij gebruik werd gemaakt van een door L.H. Sondaar ontwikkeld ontwerp voor vermenigvuldigers met step-recovery diodes. Het locale-oscillatorsysteem, dat uitgaat van twee 20-Watt centrale oscillatoren op 162 en 193 MHz, werd door Murray tezamen met K.W.C. Lugtenborg ontwikkeld, inclusief de in ieder frontend opgenomen frequentievermenigvuldigers en verdelers.

Door Hamaker werd begonnen met de vervaardiging van gedrukte schakelingen voor microgolffrequenties. Dit ontwikkelingswerk samen met L.J. van der Ree resulteerde in ontwerpen voor een 400-Hz phaseschakelaar, een gemoduleerde belasting en een vermogenssplitser voor gebruik in het ontvanger-frontend. Na de verhuizing van Hamaker van Leiden naar Dwingeloo werd dit werk voortgezet door K.J. Wellington, die vooral de productie heeft verzorgd.

Definitieve ontwerpen voor de parametrische versterkers en de 21-cm mengtrappen kwamen gereed na ontwikkelingswerk door B.A.P. Schipper en C.A. Muller, waaraan ook deelnam A.C. Hin, vóór zijn overplaatsing naar Westerbork, waar hij als technisch beheerder de verantwoordelijkheid voor het instrumentarium kreeg. Deze groep is ook verantwoordelijk voor het definitieve ontwerp van de frontend-eenheid met thermostaten en regelschakelingen, waarin de verschillende onderdelen worden geassembleerd. Het ontwerp voor de feed-antenne werd door een groep van de Technische Hogeschool Eindhoven onder leiding van drs. M.E.J. Jeuken in samenwerking met Muller gemaakt. De 132/30-MHz cascade-voorversterker voor het frontend werd door Casse verzorgd. De regelcircuits voor het frontend werden in samenwerking met J.F. van der Brugge ontwikkeld.

Het ontwerp voor het laagfrequent-deel van de ontvanger door Van der Brugge kwam in de loop van 1968 gereed, waarna de productie volgde.

Het digitale gedeelte, bestaande uit analoge multiplexers, digitale voltmeters en interface naar de door Philips te leveren besturingscomputer, werd verzorgd door W.H.J. Beerekamp en Muller, terwijl door A. Doorduyn en Muller het kloksysteem voor Westerbork werd ontwikkeld, inclusief interface naar de computer, enz.

Door Hamaker werd het ontwikkelingswerk aan het phase-calibratiesysteem voor de synthese-telescoop voortgezet, aanvankelijk te Leiden in samenwerking met L.J.M. Boomars, en later te Dwingeloo. Het hierbij behorende compensatiesysteem voor onderdrukking van door stootpunten in het kabelsysteem verstrooide golven, die de gevoeligheid van het meetsysteem zouden beperken, kon in prototype worden gerealiseerd.

Voorbereidend ontwikkelingswerk voor een 6-cm continuumontvangersysteem met parametrische versterkers vond plaats door Murray en J.J. Visser, waarbij de laatste de mogelijkheden voor toepassing van microstriptechnieken voor deze golflengte onderzoekt, wat leidde tot eerste ontwerpen voor verschillende 5-GHz onderdelen.

De voorbereiding van de computerprogramma's, zowel die voor de on-line computer, als die voor de off-line reductie der waarnemingen, vorderde zeer goed. In het volgende Jaarverslag zal uitvoeriger aandacht worden besteed aan dit werk, dat onder leiding stond van W.N. Brouw (Leiden) en E. Raimond.

4.3.2 Vorbereiding voor het gebruik van de synthese-telescoop

De Werkgroep Westerbork, van wier vorming het vorige Jaarverslag melding maakte, kwam een viertal malen bijeen. In kleinere subgroepen ("units") werden literatuurstudies ondernomen en documentatie verzameld over objecten en onderwerpen, geschikt voor onderzoek met de synthese-telescoop. Tegen eind 1968 werd een serie van 4 seminaria georganiseerd, waarin uitvoerige literatuuroverzichten werden gegeven. Na beëindiging van deze reeks seminaria werd door individuele onderzoekers begonnen met de voorbereiding van waarneemprogramma's.

Het Algemeen Bestuur stelde op 8 mei 1968 een Programma-Commissie in, die de voorbereiding van waarneemprogramma's zal moeten coördineren en beslissen over de prioriteiten der programma's en de toewijzing van kijkertijd. Deze PC hield haar eerste bijeenkomst in oktober 1968.

J.H. Oort (Leiden) schreef een uitvoerig overzicht van mogelijke programma's (Internal Technical Report 74). Een voorstel tot gebruik van de 21 cm-continuümontvanger voor het in kaart brengen van de 21 cm-lijnstraling uit extragalactische stelsels werd gedaan door P.R. Wesselius en H. van Woerden (Groningen), op grond van een oorspronkelijke suggestie van K.J. Wellington.

Wesselius en P.B. van der Wal (Groningen) stelden een catalogus samen van in de literatuur voorhanden gegevens over 21 cm-straling van sterrenstelsels.

H. van der Laan (Leiden) bestudeerde statistische verdelingen van de eigenschappen van extragalactische radiobronnen. E.B. Fomalont van het California Institute of Technology, als NSF Fellow te Leiden werkzaam, maakte een studie van de eigenschappen van radiobronnen bij 21 cm golflengte, en speelde een leidende rol in de verzameling van documentatie van radiobronnen.

Een belangrijke bijdrage tot de voorbereiding op toekomstig werk met de SRT wordt geleverd door onderzoek in het buitenland van medewerkers van de Stichting. J.A. Högbom was van 1 januari tot 1 augustus 1968 met verlof naar de University of Maryland; hij gebruikte in dit tijdvak de 3 element-interferometer van het National Radio Astronomy Observatory te Green Bank, West Virginia, voor een studie van 50 extragalactische radiobronnen met apertuur-synthesetechnieken. Deze interferometer is niet voor apertuur-synthese gebouwd, wat de computer-programmering ernstig bemoeilijkte, maar Högbom bereikte niettemin goede resultaten. U.J. Schwarz (Groningen) vertoeft voor 2 jaar te Sydney en Parkes bij de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization en doet daar ervaring op met de toepassing van interferometrische technieken op waarneming van de 21 cm-lijn.

E. Raimond (Leiden) werkte in 1967 aan het California Institute of Technology te Pasadena, en verkreeg waarnemingen van OH-emissiebronnen met de twee-element interferometer van Owens Valley Radio Observatory. Het doel van deze waarnemingen was nauwkeurige positie- en polarisatiegegevens te verkrijgen over de helderste bronnen van OH-straling. Het onderzoek werd uitgevoerd in samenwerking met Dr. Baldur Eliasson, research fellow van het California Institute of Technology, Pasadena, California. De bepaalde posities hebben een nauwkeurigheid van de orde van 2 tot 5 boogseconden. Deze nauwkeurigheid is vooral van belang voor het onderzoek met transcontinentale en intercontinentale interferometrie, met het doel de afmetingen van deze zeer kleine bronnen te bepalen. Uit hun posities blijkt dat bij sommige bronnen verschillende componenten van het lijnprofiel verschillende oorsprong hebben. Het lijkt erop dat twee categorieën onderlinge afstanden voorkomen: a) kleiner dan 0.1 parsec, en b) tussen 1 en 10 parsec. Ook is aan het licht gekomen dat sommige OH-bronnen geassocieerd zijn met bronnen van infrarode straling. Het eerst bleek dit bij de bron in de Orion nevel, later echter ook bij W3, W51 en W75. Inmiddels is ook OH-straling waargenomen van bronnen die voorheen alleen als infrarode bronnen bekend stonden. Het verband met infrarode bronnen en ook dat met compacte gebieden van geïoniseerde waterstof wijst in de richting van een relatie van OH-straling met stervorming. De meeste OH-bronnen zijn in hoofdzaak sterk circulair gepolariseerd. Er zijn echter lijnprofielen waarin zowel vrijwel 100% circulair gepolariseerde componenten voorkomen als componenten met een heel kleine polarisatiegraad.

5. GEBRUIK VAN DE 25-METER-TELESCOOP TE DWINGELOO

5.1. Chronologisch overzicht 1968

2 jan - 19 feb	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).
19 feb - 25 mrt	Antennepatroon-metingen op 1411 MHz = 21.2 cm met grote en kleine radio-telescoop in interferometer-opstelling (onderzoekers Ir. J.W.M. Baars en A.P. Hartsuijker).
26 mrt - 11 jun	Polarisatie-metingen op 1415 MHz = 21.2 cm (onderzoeker T.A.Th. Spoelstra).
12 jun - 2 jul	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).
3 jul - 12 aug	Jaarlijkse revisie.
13 aug - 12 nov	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).
13 nov - 20 dec	Polarisatie-metingen op 1415 MHz = 21.2 cm (onderzoeker T.A.Th. Spoelstra).
	Metingen antennepatroon en kruispolarisatie door S. Drenth.

5.2. Overzicht van metingen van de 21 cm waterstoflijn

Projectnummer, -naam en onderzoekers	Aantal metingen
03 Hoge-snelheidswolken op hoge breedten (A.N.M. Hulsbosch)	1331
04 Orion (H. van Woerden)	103
15 Hoge snelheden in Melkwegcentrum (P.C. van der Kruit)	608
18 Scorpius (R. Sancisi en H. van Woerden)	368
50 Melkwegcentrum (S.C. Simonson)	983
56 Lacerta (R. Sancisi en H. van Woerden)	139
57 Cygnus (H.W. van Someren Greve)	458
58 IC 1396 (S.C. Simonson)	110
59 Melkwegcentrum (S.C. Simonson)	321
60 Taurus (R. Sancisi)	487
61 Perseus (R. Sancisi)	789
62 Hoge-breedte-wolken (P.R. Wesselius)	357
93/94 Instrumentele contrôlemetingen	1089
95 Ontvanger-nullijn	1637
96 Standaardprofiel voor intensiteitsschaal	678
Totaal	9458

6. PUBLICATIES 1968

J.W.M. Baars 1968

De synthese-radioteleskoop te Westerbork.
ZWO Jaarboek 1967, 119.

J.A. de Boer, A.C. Hin, U.J. Schwarz, H. van Woerden 1968

Observations of the hydrogen recombination line H166 α
in galactic H II regions,
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 460-468.

H.G. van Bueren and J.H. Oort 1968

On the possibility of amplification of 21-cm radio emission
in high-velocity clouds.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 414-416.

P. Cugnon 1968

A neutral-hydrogen feature at $l^{\text{II}} = -11^\circ$, $b^{\text{II}} = +3^\circ$.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 363-373.

E.B. Fomalont 1968

A two-component log N-log S relationship.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 69-72.

T. de Groot en J. van Nieuwkoop 1968

Some preliminary results of multi-channel radiospectrography.
Solar Physics, 4, 332.

H.J. Habing 1968

The interstellar radiation density between 912 Å and 2400 Å.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 421-431.

H.J. Habing 1968

An atlas of 21-cm line profiles in the directions of stars with
interstellar absorption lines.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 120-128.

A.N.M. Hulsbosch 1968

High-velocity hydrogen complexes at high galactic latitudes.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 33-39.

Margaret E. Kepner 1968

A programme for determining distance information for the high-
velocity clouds.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 98-101.

H. Okuda 1968

The spectrum of the galactic radio emission derived from the
observed spectrum of cosmic-ray electrons.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 352-354.

H. Okuda and Y. Tanaka 1968

The galactic magnetic field derived from cosmic-ray electrons.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 129-132.

J.H. Oort 1968

Radio-astronomical studies of the Galactic System (the 1966 Vetlesen Lecture).

In: Galaxies and the Universe, Ed. L. Woltjer, Columbia University Press.

J.H. Oort 1968

Waterstofwolken met hoge snelheid en de invanging van gas door het Melkwegstelsel.

Verslagen Kon. Ned. Ak. v. Wetensch., 77, 38-43.

U.J. Schwarz 1968

Analysis of an observed function into components, using its second derivative.

Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 405-413.

K. Takakubo 1968

Neutral hydrogen at intermediate galactic latitudes. IV. Interstellar cloud properties in four selected regions.

Bull. Astr. Inst. Netherlands, 20, 107-119.

7. INTERNE RAPPORTEN VAN HET SYNTHESSE-RADIOTELESCOOP PROJECT

Internal Technical Reports

- | | |
|--|--|
| 62. W.N. Brouw | Some aspects of synthesis theory
(February 1968) |
| 63. J.P. Hamaker | Report on the negotiations for the buried
parts of the communication cables of the
Synthesis Radio Telescope at Westerbork |
| 64. A.D. Fokker and
H. Nieuwenhuijzen | On optical processing of synthesis data
(March 1968) |
| 65. H. van Woerden | Possible 21-cm line programs for the Synthesis
Telescope at Westerbork (April 1968) |
| 67. A Dwingeloo source survey at 11 cm wavelength
J.W.M. Baars
H. van der Laan | Feasibility, instrumental requirements and
observing method (April 1968)
The survey's astronomical value in relation
to the Westerbork SRT (April 1968) |
| 68. J.P. Hamaker | Status report on the design of the exposed
cable system; comparison of NKF and Kabel-
metal cables (May 1968) |
| 69. J.P. Hamaker | Simultaneous observation and phase calibration
in an interferometer (May 1968) |
| 70. W.N. Brouw and
E. Raimond | Outline of the data handling for the Wester-
bork Synthesis Telescope (June 1968) |
| 71. J.P. Hamaker | Considerations in the design of the cable
pressurisation system (June 1968) |
| 72. J.L. Casse | Design of printed transformers for high fre-
quency (October 1968) |
| 73. P.R. Wesselius and
H. van Woerden | 21-cm line observations of galaxies with a
continuum receiver (October 1968) |
| 74. J.H. Oort | Survey of possible programmes with the SRT
at 1415 MHz (October 1968) |

NB: Nummer 66 is nog niet verschenen.

Notes

- | | |
|-----------------------|---|
| 71. P.J. van der Veld | The working, construction and performance of the delay switches |
| 72. J.P. Hamaker | The correlation of coaxial cables with an aluminium and with a copper outer conductor |
| 73. J.P. Hamaker | Report on discussions on the installation of the exposed and of the buried cables |
| 74. J.P. Hamaker | Report on visit to KABELMETAL on June 10 and 11, 1968 |
| 75. J.P. Hamaker | Report on visit to the "Câbles de Lyon" factory on Monday, May 13, 1968 |
| 76. E. Raimond | Nomenclature for the Synthesis Radio Telescope |
| 77. J.L. Casse | De Westerbork Synthese Radio Telescoop |

