



STICHTING RADIOSTRALING
VAN
ZON EN MELKWEГ
JAARVERSLAG
1967

INHOUD

	blz.
1. Bestuur van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg	2
1a. Werkgroep Radiostraling van de Zon	2
1b. Werkgroep Dwingeloo	3
1c. Synthese-Radiotelescoop Westerbork: Bouwcommissie	3
1d. Werkgroep Westerbork	4
1e. Adressen van leden van Bestuur, Commissies en Werkgroepen	5
2. Personeel van de Stichting op 31 december 1967	8
3. Financiële overzichten Stichting Radiostraling	10
I. Definitief Overzicht 1966	10
II. Voorlopig Overzicht 1967	11
3a. Synthese-Radiotelescoop Westerbork	12
4. Onderzoekingen en technische ontwikkelingen	13
4.1 Werkgroep Radiostraling van de Zon	14
4.2 Ontwikkelingswerk te Dwingeloo	15
4.3 Onderzoekingen met de grote telescoop te Dwingeloo	16
4.4 De Synthese-Radiotelescoop te Westerbork	22
5. Gebruik van de 25-meter-telescoop te Dwingeloo	28
5.1 Chronologisch overzicht 1967	28
5.2 Overzicht van metingen van de 21 cm waterstoflijn	29
6. Publicaties 1967	30
7. Interne rapporten van de Werkgroep Dwingeloo	33
7a. Interne rapporten van het Synthese-Radiotelescoop Project	34

Dit Jaarverslag legt, door omvang en inhoud, getuigenis af van de groei van het werk van de Stichting Radiostraling. De Synthese-Radiotelescoop te Westerbork, die Nederland ook in instrumenteel opzicht een plaats vooraan bij het radiosterrenkundig onderzoek zal geven, nadert zijn voltooiing. Aan de bedoeling van dit instrument, de vorderingen bij de bouw en de voorbereidingen voor het gebruik ervan, getroffen door de nieuwe Werkgroep Westerbork, is paragraaf 44 gewijd; deze paragraaf is geïllustreerd - een novum in deze Jaarverslagen. Het zich uitbreidende werk te Dwingeloo en dat van de Werkgroep Zon zijn in hoofdstuk 4 samengevat aan de hand van door alle afzonderlijke onderzoekers geschreven concepten.

Aan de overige hoofdstukken werden bijdragen geleverd door Mevrouw Mr. M.V. Focquin de Grave-Polak, de Heren S. Drenth, Dr. A.D. Fokker, T.E. Hoekema en Prof. Ir. C.A. Muller, en het Bureau van Z.W.O.; ik betuig hiervoor gaarne mijn dank.

Mijn bijzondere erkentelijkheid gaat uit naar Mejuffrouw I. de Boer en Mejuffrouw G.W. Hagedoorn, voor de zorg waarmee zij dit verslag hebben samengesteld.

Groningen, juli 1968

H. van Woerden

1. BESTUUR VAN DE STICHTING RADIOSTRALING VAN ZON EN MELKWEG

Samenstelling op 31 december 1967

	einde termijn
x Prof. Dr. J.H. Oort, voorzitter	najaar 1969
Prof. Dr. A. Blaauw	" 1969
x Prof. Dr. H.G. van Bueren	" 1968
Dr. A.D. Fokker	" 1971
Dr. J. Houtgast	uitgetreden 1 januari 1968
x Prof. Dr. H.C. van de Hulst	najaar 1968
Prof. Dr. C. de Jager	" 1969
x Ir. H. Rinia	" 1971
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
x Dr. H. van Woerden, secretaris	" 1968

x 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, beheerder Radiosterrenwacht Dwingeloo
Dr. E. Raimond

Adres Secretariaat

Dr. H. van Woerden, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Afdeling Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen,
telefoon 05900-24565.

Z.W.O. Referentie-nummer: 645-1.

1a. WERKGROEP RADIOSTRALING VAN DE ZON

Samenstelling op 31 december 1967

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

1b. WERKGROEP DWINGELOO

Dr. H. van Woerden, voorzitter
Mej. Drs. E.M. Berkhuijsen, secretaresse
Ir. J.W.M. Baars
Prof. Dr. A. Blaauw
Drs. W.N. Brouw
Drs. W.B. Burton
Dr. H.J. Habing
A.C. Hin
Dr. J.A. Högbom
Drs. A.N.M. Hulsbosch
Prof. Dr. H.C. van de Hulst
Drs. P. Katgert (sinds 1 juni 1968)
Dr. H. van der Laan (sinds 1 oktober 1967)
Prof. Ir. C.A. Muller
Prof. Dr. J.H. Oort
Dr. E. Raimond
Dr. R. Sancisi (sinds 1 oktober 1967)
Dr. U.J. Schwarz
W.W. Shane, B.A.
Dr. S.C. Simonson (sinds 1 april 1968)
Dr. C.R. Tolbert (tot 1 oktober 1967)
Drs. P.R. Wesselius (sinds 1 oktober 1967)

1c. 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

1d. WERKGROEP WESTERBORK

Samenstelling per 1 juni 1968

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.L. Casse
Dr. E.B. Fomalont
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
P. Katgert
P.C. van der Kruit
J. van Kuilenburg
Dr. H. van der Laan
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
Dr. P. Vandervoort
Dr. K.J. Wellington
Drs. P.R. Wesselius
Dr. H. van Woerden

1e. ADRESSEN VAN LEDEN VAN BESTUUR, COMMISSIES EN WERKGROEPEN

Ir. J.W.M. Baars, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Drs. J.H. Bannier, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk 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, 05900-26555

J.A. de Boer, Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn", Broerstraat 7, Groningen, 05900-26555

Dr. L.L.E. Braes, 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, 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, Sterrenwacht, Servaasbolwerk 13, Utrecht, 030-12841

Dr. E.B. Fomalont, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

Dr. T. de Groot, Sterrenwacht, Utrecht, 030-12841

Dr. H.J. Habing, Astronomy Department, University of California, Berkeley, California 94720, USA

Drs. J.P. Hamaker, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745

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

A.C. Hin, Radiosterrenwacht, Bosrand 25, Dwingeloo, 05219-7244

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

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

Dr. J. Houtgast, Sterrenwacht, Zonnenburg 2, Utrecht, 030-12841

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, Sterrenwacht, Utrecht, 030-12841 of -715214
- Drs. P. Katgert, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- 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., Afd. Omroep en
Televisie, Prinsevinckenpark, 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., Leid-
schendam, 01761-3956
- J.F. Oosterkamp, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- J. Oostindiër, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn, Broerstraat 7,
Groningen, 05900-26555
- J.B.H. Otter, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappe-
lijk Onderzoek, Postbus 2138, Den Haag, 070-839100
- Prof. Dr. S.R. Pottasch, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn,
Broerstraat 7, Groningen, 05900-26555
- Dr. E. Raimond, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Ir. H. Rinia, Parklaan 24, Eindhoven, 040-31969
- A.H. Rots, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn, Broerstraat 7,
Groningen, 05900-26555
- Dr. R. Sancisi, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn, Broerstraat 7,
Groningen, 05900-26555
- 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
- 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. A.A.T.M. van Trier, Technische Hogeschool, Postbus
513, Eindhoven, 040-33222
- Dr. P.O. Vandervoort, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Prof. Dr. J. Veldkamp, Koninklijk Nederlands Meteorologisch
Instituut, De Bilt, 030-762611
- Ir. L.R.M. Vos de Wael, Dr. Neher-Laboratorium der P.T.T.,
Leidschendam, 01761-3956
- Dr. K.J. Wellington, Sterrewacht, Leiden, 01710-40745
- Drs. P.R. Wesselius, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn,
Afdeling Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen,
05900-24565
- Dr. H. van Woerden, Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn,
Afdeling Radiosterrenkunde, Visserstraat 56, Groningen,
05900-24565
- Jhr. Dr. Ir. Ch. Th. F. van der Wijck, Dr. Neher Laboratorium,
Leidschendam, 01761-3956

2. PERSONEEL VAN DE STICHTING OP 31 DECEMBER 1967

Personeel, werkzaam op de Radiosterrenwacht te Dwingeloo

Hoofdingenieur	Prof. Ir. C.A. Muller
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Ir. J.F. van der Brugge
Technisch hoofdamtenaar 1e klas	A.C. Hin
Technisch ambtenaar 1e klas	R.J.H. van 't Land
Technisch ambtenaar 1e klas	A. Koeling
Technisch ambtenaar	D. Hoogenraad
Hoofdtechnicus A	S. Drenth
Hoofdtechnicus	L. de Jonge
Technicus A	W.H.J. Beerekamp
Technicus B	J. Buiters
Technicus B	A. Doorduyn
Technicus C	K. Jansen
Technicus C	N. Schonewille
Technicus C	H. Snijder
Leerling-monteur	R. van Dalen
Leerling-monteur	G.J. Grit
U.T.S.-praktikant	C. Brouwer
Administratief ambtenaar C 3e klas	Mej. H. Boelen
Typiste-telefoniste	Mej. J. Oosten
Dienstbode	Mevr. H. Huisman-Beugel

Personeel, werkzaam op de Sterrenwacht te Leiden ten behoeve van de Radiosterrenwacht Dwingeloo

Constructeur	I. Starre
Programmeur	J.J. Schafgans
Hoofdtechnicus	M. Pauw
Technicus A	J.A. Jansen
Technicus C	R.C.V. van Schie

Personeel van de Werkgroep Radiostraling van de Zon, werkzaam op het Radiozendstation van P.T.T. te Kootwijkradio of op het Radio-ontvangststation Nera van P.T.T. te Nederhorst den Berg of de Sterrenwacht te Utrecht

Wetenschappelijk medewerker	Ir. C. Slottje*
Technisch ambtenaar	H. Antonides
Technicus C	A.H.M. Huiberts
Technicus C	A.F. Tuinder
Administratief ambtenaar C 3e klas	Mevr. W.P. Kruk-van den Bos
Schrijfster A	Mevr. J.D. van Stegeren-Alberts
Werkster	Mevr. J. van Duin-Krijgsman

* sinds 8 januari 1968

Werkstudenten te Groningen en Leiden

Personeel van het Synthese-Radiotelescoop Project

LEIDEN

Wetenschappelijk hoofdamtenaar A	Dr. J.A. Högbom
Wetenschappelijk hoofdamtenaar	Ir. J.L. Casse
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Ir. J.W.M. Baars
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Drs. J.P. Hamaker
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Ir. L.H. Sondaar
Wetenschappelijk ambtenaar 1e klas	Dr. K.J. Wellington*
Gastmedewerker	Dr. C.T. Murray**
Technisch ambtenaar 1e klas	K.W.C. Lugtenborg
Technisch ambtenaar	J.L.M. Boomars
Hoofdtechnicus	P.J. van der Veld
Hoofdtechnicus	P.A. Wesdorp
Technicus A	J.C. Bevelander
Technicus A	W. Korner
Technicus A	L.J. van der Ree
Technicus A	W.B. de Ruyter
Technicus A	W. Star
Technicus B	G.J.M. Koenderink
Administratief ambtenaar	J.F. Oosterkamp
Secretaresse	Mevr. Mr. M.V. Focquin de Grave-Polak

* sinds 1 mei 1968

** sinds 1 januari 1968

DWINGELOO

Technisch ambtenaar	G.B.B. van der Toorn
Technicus A	A.G. Poot
Technicus A	B.A.P. Schipper
Technicus B	A.H. Voortman
Technicus C	A. Priester
Leerling-monteur	P.C. Jager

WESTERBORK

Bewaker	K. Kreeft
Bewaker	H. Wijma

3. FINANCIËLE OVERZICHTEN STICHTING RADIOSTRALING

I. DEFINITIEF OVERZICHT 1966

In het jaarverslag over 1966 werd reeds een voorlopig overzicht gegeven van de besteding van de gelden op de begroting 1966. Hieronder volgt het definitieve overzicht na afsluiting van deze begroting:

A. Gewone Dienst	Begroting 1966	Overschot (+) of Tekort (-)
RA salarissen personeel	f. 436.500	+ f. 1.439
RB algemene kosten, reis- en publicatiekosten	18.100	+ 2.078
RC Werkgroep voor de radio- straling van de Zon	85.500	-
RD exploitatiekosten Radio- sterrenwacht Dwingeloo	47.200	- 7.012
RE onderhoud telescopen te Dwingeloo	62.500	+ 6.898
RF algemene voorzieningen te Dwingeloo	49.500	- 6.304
RG 21 cm H-lijn-onderzoek	25.000	- 9.265
RH continuüm-onderzoek	13.000	+ 10.275
RI polarisatie-onderzoek	10.000	+ 6.923
	f. 747.300	f. 5.032
af verrekening salarissen met Synthese-telescoop project (645-5)	47.300	+ 1.062
	f. 700.000	f. 6.094

Het saldo geeft een klein overschot te zien, waarbij moet worden opgemerkt, dat dit overschot ontstond na transport van een tekort van f. 52.547 op de post RC naar de post RC van de begroting 1967. Met dit tekort voor de bouw van de zonnepetrograaf was reeds bij het opstellen van de begroting 1967 rekening gehouden.

B. Buitengewone Dienst

Voor 1966 werden geen gelden op de buitengewone dienst aangevraagd.

II. VOORLOPIG OVERZICHT 1967

A. <u>Gewone Dienst</u>	Begroting 1967	Overschot (+) of Tekort (-)
RA salarissen personeel	f 516.200	+ f 26.125
RB algemene kosten, reis- en publicatiekosten	27.000	+ 16.654
RC Werkgroep voor de radio- straling van de Zon	102.500	+ 23.604
RD exploitatiekosten Radio- sterrenwacht Dwingeloo	48.800	- 12.676
RE onderhoud telescopen te Dwingeloo	47.500	+ 11.299
RF algemene voorzieningen te Dwingeloo	45.500	- 5.075
RG 21 cm H-lijn-onderzoek	15.000	- 24.627
RH continuüm-onderzoek	60.500	+ 17.067
	f 863.000	f 52.371
af verrekening salarissen met Synthese-telescoop project (645-5)	53.000	- 675
	f 810.000	f 51.696

Het verwachte overschot voor het jaar 1967 wordt vooral veroorzaakt door overschotten op de post salarissen (veroorzaakt door enige vacatures), op reis- en publicatiekosten en op de post ten behoeve van de Werkgroep voor de radiostraling van de Zon (veroorzaakt vooral door vertraging in de opzet van het nieuwe zonne-observatorium). De totale kosten voor de werkzaamheden te Dwingeloo vertonen een klein tekort.

B. Buitengewone Dienst

Voor het werk van de Stichting te Nera en Dwingeloo werden in 1967 geen gelden op de buitengewone dienst aangevraagd.

3a. SYNTHESE-RADIOTELESCOOP WESTERBORK

Voorlopig financieel overzicht 1967

A. <u>Gewone Dienst</u>	Begroting 1967	Overschot (+) of Tekort (-)
SA salarissen personeel	f.423.000	- f. 15.256
SC reiskosten, dienstauto	20.000	- 322
SD materialen, enz.	50.000	+ 11.076
SE meetinstrumenten	80.000	- 3.631
SG exploitatie Westerbork, administratiekosten	34.000	+ 28.665
SH werkzaamheden door derden, verrekening salarissen met 645-1	73.000	+ 20.675
	f.680.000	f. 41.207

Uit het overzicht blijkt, dat de voornaamste overschotten zijn opgetreden in de exploitatiekosten en in werkzaamheden door derden.

B. Buitengewone Dienst

Voor de bouw van de synthese-telescoop werd in 1967 een bedrag van f.4.000.000 beschikbaar gesteld, waarmee het totaal tot en met 1967 beschikbaar gestelde bedrag f.12.000.000 beloopt.

4. ONDERZOEKINGEN EN TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN

4.1 Werkgroep Radiostraling van de Zon

Van de zestigkanaals radio-spectrograaf, gebouwd onder leiding van J. van Nieuwkoop, kwamen 20 kanalen operationeel in bedrijf. De spectrograaf leverde een eerste serie waarnemingen in het frequentiebereik 320-270 MHz. Sommige films vertonen veel details ten tijde van burstactiviteit van type III. Met name werd in een aantal gevallen een verloop naar lagere frequenties vastgesteld in de hoogfrequente begrenzing van type-III stoten die deel uitmaken van een groep. Eveneens werden opnamen van stormstoten van type I verkregen.

Met de 7-kanaalsontvanger werden incidentele registraties door T. de Groot opgenomen. Bij een tijdconstante van 0.001 sec constateerde hij stoten met een duur van minder dan 0.05 sec. Een nieuwe ontvanger voor de grote-basis-interferometrie kwam tot stand onder leiding van J. van Nieuwkoop.

Het dagelijks waarnemingsprogramma te Nera, op frequenties 136, 200, 250, 610 en 3000 MHz, werd grotendeels verzorgd door personeel van P.T.T. Een uitbarsting die qua spectrale eigenschappen en intensiteit uniek mag heten, deed zich voor op 25 mei 1967, bij 200 MHz. Met de kleine-basis-interferometer (250 MHz) werd voor enkele stoten van type III een multipiele structuur vastgesteld.

In toenemende mate ondervonden de waarnemingen hinder van mechanische defecten in het aandrijfsmechanisme der radio-spiegels. Personeel van P.T.T. verhielp deze mankementen zo goed en zo kwaad als het ging. De verregaande slijtage van de mechanische apparatuur betekent een ernstige bedreiging voor de voortgang der waarnemingen.

Gedurende het jaar 1967 bleef de zonsactiviteit op een vrij laag niveau. Tengevolge hiervan konden met de radio-spectrograaf slechts betrekkelijk weinig waarnemingen van stormactiviteit worden verkregen.

4.2 Ontwikkelingswerk te Dwingeloo

4.2.1 Radiotelescopen

De in 1966 aangebrachte veranderingen in het aandrijfsysteem van de 25-meter-radiotelescoop (in de azimuth-aandrijving werd een opspaninrichting door middel van torsiestaven ingebouwd; het elektronische deel van het aandrijfsysteem werd gewijzigd met toepassing van digitale technieken, en geschikt gemaakt voor gebruik in een volledig automatisch meetbedrijf) blijken tot een verdere vergroting van de bedrijfszekerheid van het instrument te hebben geleid, daar het aantal storingen tijdens de waarnemingen is verminderd. De verdere uitbouw van het besturingssysteem tot volledig automatisch, door ponskaarten bestuurd, bedrijf werd voorlopig nog uitgesteld in verband met werkzaamheden ten behoeve van de ontvanger voor de nieuwe, te Westerbork in aanbouw zijnde, Synthese Radio Telescoop.

Tijdens de jaarlijkse onderhoudsperiode in de zomer van 1967 werd de 25-meter-radiotelescoop opnieuw geschilderd. Daarbij werd hulp verleend door de Directie Bruggen van Rijkswaterstaat die, evenals bij de vorige schilderbeurt, het bestek opstelde, de aanbesteding regelde en toezicht hield op de werkzaamheden. De vervanging van het gaasoppervlak van deze telescoop zal geschieden na een nader onderzoek van de voorgestelde fabricage- en montage-methoden en van de hiermee samenhangende kosten.

Het nieuwe aandrijfsysteem voor de $7\frac{1}{2}$ -meter-radio-telescoop kwam in de loop van 1967 gereed. Het werd gebruikt bij de in najaar 1967 en voorjaar 1968 door J.W.M. Baars en A.P. Hartsuijker uitgevoerde, gedetailleerde metingen van het antennepatroon van de 25-meter-telescoop op 21 cm golflengte (frequentie 1411 MHz). De beide telescopen vormden daarbij een interferometer met een basislengte van 100 meter. De kleine telescoop werd steeds op één der sterkste radiobronnen gericht gehouden, terwijl de grote telescoop naar alle richtingen werd ingesteld. Voor het meten van zwakke zijlussen van het antennepatroon is deze methode aanzienlijk gevoeliger dan metingen met de 25-meter-telescoop alleen; zijlussen zwakker dan -50 db konden betrouwbaar worden vastgesteld. Ongeveer 10000 punten in het antennepatroon werden gemeten. In beide telescopen werden voor deze metingen ruisarme parametrische versterkers toegepast. De resultaten kunnen van grote betekenis worden bij de correctie van 21 cm-lijnprofielen voor strooistraling.

4.2.2 Ontvangers

De verschillende ontvangers voor gebruik in de telescopen te Dwingeloo ondergingen verbeteringen op detailpunten. Bovendien werd de al eerder begonnen vervanging van ontvangeronderdelen door getransistoriseerde eenheden verder voortgezet. Voor de bovengenoemde metingen met de interferometer bestaande uit de 25-meter-en de $7\frac{1}{2}$ -meter-spiegel kon gebruik worden gemaakt van onderdelen van aanwezige ontvangers, zij het met enkele nieuwe aanvullingen.

De digitale apparatuur voor ontvanger- en registratiebesturing werd in 1967 verder uitgebreid, hoewel een volledig automatische telescoopbesturing nog niet kon worden gerealiseerd. Gezien de huidige technische ontwikkelingen lijkt het waarschijnlijk dat bij de verdere automatisering een eenvoudige besturingscomputer de flexibiliteit zal moeten leveren, die nodig is voor aanpassing van het automatische systeem aan de verschillende bestaande en toekomstige waarnemingsprogramma's.

De in het vorige jaarverslag reeds vermelde vervanging van de Creed-25-poncers door snellere en betrouwbaardere Facit ponsers, met tussenschakeling van een geheugen, heeft de bedrijfszekerheid van de registratie op ponsband aanzienlijk verbeterd en het benodigde onderhoudswerk sterk verminderd.

De aanvankelijk op bescheiden schaal begonnen vervaardiging in eigen beheer van enkel- en dubbelzijdige printkaarten is in het afgelopen jaar sterk toegenomen. Het gebruik van kaarten met gedrukte bedrading heeft nu de klassieke montagemethoden vrijwel geheel verdrongen. Eind 1967 werd ook begonnen met toepassing van dompelsolderen voor het aansluiten van onderdelen op deze printkaarten.

In het midden van 1967 werd een afzonderlijke werkplaats ingericht voor de montage van de belangrijkste onderdelen van het ontvangersysteem voor de synthese-telescoop. Door toepassing van verschillende moderne montagetechnieken kon de snelheid van de werkzaamheden worden vergroot, waardoor de montage met een aanzienlijk kleinere groep monteurs kon worden uitgevoerd dan aanvankelijk werd verwacht. Deze tweede werkplaats kon nog in het bestaande gebouw worden ondergebracht door een verplaatsing van de bibliotheek naar één van de vier zit-slaapkamers voor student-waarnemers.

De uitbreiding van de personeelsbezetting, die in verband met het ontwikkelings- en montagewerk ten behoeve van de synthese-telescoop te verwachten is, maakt een vergroting van het dienstgebouw te Dwingeloo, dat de functie van centraal laboratorium en centrale montagewerkplaats voor de synthese-telescoop krijgt, noodzakelijk. De bouw van deze uitbreiding begon in de herfst van 1967; hij zal medio 1968 gereedkomen.

4.3 Onderzoekingen met de grote telescoop te Dwingeloo*

4.3.1 Continue radiostraling

Mej. Elly M. Berkhuijsen (Leiden) voltooide de, in 1965 door haar en L.A. Higgs (nu te Ottawa) begonnen, Survey van de continue straling bij 820 MHz (37 cm golflengte) met een derde meetperiode van half maart tot 1 juni 1967. Het hele in Dwingeloo zichtbare gebied tussen de declinaties -6° en $+84^\circ$ is nu gemeten, grotendeels met intervallen van een halve breedte ($\approx 5^\circ$). Met medewerking van J.W.M. Baars is in deze laatste periode bijzondere aandacht besteed aan het calibreren van de ontvanger en de gebruikte ruisbronnen. Het is echter gebleken dat het absolute niveau van de Survey niet beter bekend is dan $+4^\circ\text{K}$. Deze onzekerheid kan sterk verminderd worden door gebruik te maken van metingen met een hoornantenne, gedaan in Engeland. De reductie van het materiaal zal in de zomer van 1968 resulteren in een kaart met intensiteiten (omgezet naar $^\circ\text{K}$) in het gemeten gebied.

Gedurende de Survey-periode van Mej. Berkhuijsen op 820 MHz (37 cm) werd de daglichttijd door J.W.M. Baars (Leiden) benut voor waarnemingen van extragalactische radiobronnen, waaronder enkele die op kortere golflengten variabel zijn gebleken. De waarnemingen moeten later worden herhaald om te zien of op deze langere golflengte nog variaties optreden. In samenwerking met K.I. Kellermann (Green Bank) werd voorts getracht, op dezelfde frequentie circulaire polarisatie te detecteren in enige zeer compacte bronnen. De gevonden circulaire-polarisatiegraad in deze bronnen lag niet significant boven de ruis; hij bedraagt minder dan enige procenten.

M.M. Davis (vroeger Leiden, nu te Green Bank) sloot zijn onderzoek naar radiobronnen bij 21 cm golflengte (1417 MHz) af met een proefschrift, gewijd aan de bronnen die bij genoemde golflengte een (in verhouding tot langere golven) ongewoon sterke flux hebben. Mej. J.K. Merkelijn (vroeger Leiden, nu bij CSIRO te Sydney) en Davis voltooiden een studie van structuren in de "North Polar Spur", gegrond op de voor Davis' bovengenoemde onderzoek uitgevoerde waarnemingen.

4.3.2 Lijnstraling van neutrale waterstof bij 21 cm

4.3.2.1 Organisatie van de waarnemingen en hun bewerking

De onderzoekingen van de 21 cm-lijn werden ook dit jaar gekenmerkt door nauwe samenwerking tussen het Sterrenkundig Laboratorium Kapteyn te Groningen en de Sterrewacht te Leiden. Evenals voorheen verzorgde U.J. Schwarz (Groningen) de coördinatie der Groningse en Leidse waarnemingsprogramma's: verdeling van kijkertijd, opstelling van programma's voor instrumentele controle-metingen, berekening van lijsten van in te stellen posities, administratie van uitgevoerde metingen. Deze taak, waarbij D. Huisman en N. Zuidema assisteerden, werd tegen eind 1967 overgenomen door P.R. Wesselius (Groningen). Een belangrijk aandeel in de organisatie der waarnemingen heeft verder S. Drenth te Dwingeloo.

De verantwoordelijkheid voor de centrale reductie der 21 cm-waarnemingen berustte bij W.W. Shane (Leiden). Het Groningse aandeel in deze centrale reductie, de studie van de eigen-

* Onder dit hoofd worden ook een aantal hiermee nauw verwante onderzoekingen vermeld.

schappen van de ontvanger en de bepaling van in de reductie te gebruiken grootheden (in het bijzonder de ontvanger-nullijn) bleef in handen van U.J. Schwarz, geassisteerd door J.A. de Boer. De bewerkingen te Groningen werden uitgevoerd op de Telefunken TR 4 van het Rekencentrum der Universiteit; die te Leiden op de Electrolonica X-1 van het Centraal Reken Instituut der Universiteit.

Deze laatste machine was slechts tot eind juni 1967 beschikbaar. De ingebruikname van een nieuwe rekenmachine, de IBM 360/50, bij het C.R.I. te Leiden maakte het noodzakelijk, een nieuw reductieprogramma samen te stellen. Daarbij werd gebruik gemaakt van de gelegenheid, de gehele opzet van het programma grondig te verbeteren, en het opsporen en corrigeren van fouten te automatiseren. Dit omvangrijke karwei stond onder leiding van W.W. Shane en (later) W.B. Burton; W.N. Brouw schreef het (ook bij andere onderzoeken bruikbare) programma voor lezen en corrigeren van ponsbanden en wegschrijven op magneetbanden; verdere bijdragen werden geleverd door T.E. Hoekema, J.J. Schafgans, H.W. van Someren Greve, J. van Kuilenburg en S.C. Simonson. In het overleg over het programma werden ook de Groningse radio-astronomen (H.J. Habing, U.J. Schwarz, C.R. Tolbert en H. van Woerden) betrokken.

Het nieuwe reductieprogramma was eind 1967 nog niet gereed. Aangezien de X-1 niet meer beschikbaar was, konden de in juni-december 1967 verkregen waarnemingen pas in voorjaar 1968 worden bewerkt. Dientengevolge werd een ernstige fout in de 21 cm-lijnontvanger niet tijdig opgemerkt, zodat de in juni-juli 1967 en december 1967-februari 1968 gedane metingen veel van hun waarde verloren. In de toekomst hoopt men zulke ongevallen te voorkomen door scherpere onmiddellijke controle in Dwingeloo op de verkregen registraties.

4.3.2.2 De binnendelen van het Melkwegstelsel

Een groep Leidse onderzoekers vervolgde de reeds jaren durende studie van structuren en bewegingen in de neutrale waterstof in de binnendelen van het Melkwegstelsel. Met name trekken de aandacht de ingewikkelde verschijnselen in de naaste omgeving van het Melkwegcentrum, en de in het centrum staande radiobron Sagittarius A. Bij de bestudering daarvan is een groot scheidend vermogen in hoekmaat van bijzonder belang. Een speciale gelegenheid, dat te verkrijgen, doet zich voor in de jaren 1967-1970, telkens als de Maan voor dit gebied aan de hemel langs beweegt. Een internationale commissie, bestaande uit R.W. Clarke (Sydney, Australia), F.J. Kerr (Maryland, U.S.A.) en G.W. Rougoor (Leiden),^{*} verschaftte informatie over deze occultaties en coördineert de waarnemingen ervan.

P. Katgert verkreeg, tijdens de occultatie van Sgr A op 11 september 1967, een goedgeslaagde serie profielen van de 21 cm-lijn tussen snelheden van $-100 \text{ m} + 100 \text{ km/sec}$. De serie omvat 25 normale metingen van 5 minuten duur, met 10 km/sec (50 kHz) bandbreedte, en 900 metingen met een duur van 12 sec; voor deze laatste werden speciale voorzieningen in de ontvanger getroffen. De waarnemingen op 11 september waren voorbereid door proefmetingen bij de occultatie van een radiobron (bij $l = 0^{\circ}5$, $b = 0^{\circ}0$) in het centrumgebied op 21 juni; deze proefserie mislukte door uitvallen van de stroomvoorziening.

P.C. van der Kruit vervolgde het door G.W. Rougoor en W.W. Shane begonnen onderzoek van waterstof met hoge snelheden in een gebied rondom het Melkwegcentrum ($-10^{\circ} \leq l \leq +10^{\circ}$, $-5^{\circ} \leq b \leq +5^{\circ}$). Een gedeelte van het waarnemingsmateriaal kwam beschikbaar in de vorm

* Dr. G.W. Rougoor overleed op 9 april 1967

van contourkaarten: intensiteit als functie van snelheid en positie. Naar het schijnt, maken de hoge snelheden van het gas een grote hoek met het Melkwegvlak. P. Cugnon (thans te Liège) voltooide een onderzoek van een object met hoge snelheid bij $l = -11^\circ$, $b = +3^\circ$.

R. Sancisi en (in het najaar) S.C. Simonson bestudeerden de neutrale waterstof in het gebied $12^\circ \leq l \leq 22^\circ$, $-5^\circ \leq b \leq +5^\circ$. Hun waarnemingen, verkregen in een halvegraadsraster aan de hemel, strekken zich uit over snelheden tussen 0 en +200 km/sec en zijn samengevat in contourkaarten. Een voorlopige publicatie, gebaseerd op een beschrijving van in deze kaarten voorkomende structuren, is in voorbereiding.

Het onderzoek van Sancisi en Simonson sluit aan op dat van W.W. Shane in het gebied $22^\circ \leq l \leq 42^\circ$, $-10^\circ \leq b \leq +10^\circ$, waarvoor de waarnemingen reeds eerder werden verzameld. Shane zette zijn analyse van dit gebied voort, aan de hand van een weergave van de structuren in de profielen door Gaussische componenten.

W.B. Burton vervolgde zijn onderzoek tussen lengten 43° en 56° , dat gericht is op de bepaling van de Melkwegstructuur in het gebied van de Sagittarius Arm. Hij voltooide de bewerking van zijn in 1965 te Green Bank verkregen waarnemingen van het absorptiespectrum bij 21 cm, dat in het continuüm van de radiobron W51 teweeg wordt gebracht door waterstof in de Sagittarius Arm en in dichterbij gelegen gebieden.

H.W. van Someren Greve begon een serie waarnemingen in het Cygnus-gebied. Deze hebben de bedoeling, te zoeken naar gasstromingen langs de door de zonsomgeving lopende spiraalarm, vergelijkbaar met de door Burton gevonden stroming langs de Sagittarius Arm.

P. Katgert voltooide een studie van een waarschijnlijk zeer massale gasschil bij $l = 61^\circ$.

4.3.2.3 Objecten en gebieden in de omgeving van de Zon

S.C. Simonson (Leiden) verkreeg een serie 21 cm-profielen in de omgeving van de emissienevel IC 1396, die bij $l = 99^\circ 5'$, $b = +3^\circ 5'$ ligt, op ongeveer 1 kpc afstand. Waarnemingen met de radiotelescoop van Ohio State University hebben aanwijzingen verschaft dat dit HII-gebied wellicht omringd wordt door een "schil" van neutrale waterstof. De nieuwe metingen zullen een nader onderzoek van deze kwestie mogelijk maken.

R. Sancisi (Leiden) maakte een uitvoerige literatuurstudie van de relaties tussen interstellaire materie (neutrale waterstof zowel als donkere wolken van absorberende deeltjes) en sterren van het type T Tauri (die gewoonlijk voorkomen in groepen, de z.g. T-associaties). Deze studie leidde tot het ondernemen van nieuwe 21 cm-waarnemingen in de omgeving van de donkere wolken in Perseus en Taurus; dit programma heeft ten doel de bepaling van de hoeveelheid waterstof in de aldaar gelegen T-associaties, en onderzoek van de verbanden tussen neutrale waterstof en donkere materie.

U.J. Schwarz en H. van Woerden (Groningen) vervolgden hun analyses van de wolkstructuur en bewegingen van neutrale waterstof in het Oriongebied. Deze analyse is gebaseerd op een ontbinding van de 21 cm-profielen in Gausscomponenten, alsmede op een vergelijking van componentenstructuur op naburige posities aan de hemel. T. van 't Foort (Groningen) analyseerde door Schwarz en Van Woerden verkregen profielen in een aangrenzend gebied en trachtte daaruit een wolkenkaart af te leiden.

Van Woerden en D.A. Beintema zijn bezig met de bewerking van door eerstgenoemde op Mount Wilson (California) verkregen waarnemingen van de interstellaire Ca^+ -lijnen in de spectra van sterren in enkele jonge stergroepen. Ter vergelijking met deze calciumspectra werden in Orion en Lacerta profielen van de 21 cm-lijn opgenomen.

Schwarz maakte componentenanalyses van 21 cm-profielen, verkregen op een eengraadsraster in het gebied $122^\circ \text{L} \sim 142^\circ$, $+20^\circ \text{b} \sim +30^\circ$. Deze analyses zullen spoedig voeren tot een beeld van de wolkstructuur en bewegingen van neutrale waterstof in dit gebied. In het aangrenzende gebied (breedten $+14^\circ$ tot $+20^\circ$) deed Schwarz een kleine serie waarnemingen. Deze dienen ter vergelijking met de door C. Heiles in hetzelfde gebied met de 90 meter-spiegel van Green Bank verkregen resultaten; in het bijzonder gaan Schwarz en A.H. Rots na, of de door Heiles getrokken conclusie aangaande het voorkomen van vele kleine "cloudlets" (met afmetingen van enkele parsecs) verantwoord is.

K. Takakubo (Sendai, Japan) nam in 1959-61 te Dwingeloo profielen op in een viertal kruisvormige gebieden op galactische breedten tussen $+10^\circ$ en $+30^\circ$. Hij gebruikte de componentenanalyses van deze profielen in een poging tot afleiding van de eigenschappen van waterstofwolken in dit gebied, en maakte de resultaten daarvan voor publicatie gereed.

H.J. Habing (Groningen) vervolgde zijn proefschriftonderzoek, dat betrekking heeft op de vergelijking van profielen van de interstellaire emissielijn van waterstof (bij 21 cm golflengte) met die van de (optische) interstellaire absorptielijnen van calcium en van natrium (zie Jaarverslag 1966). Het waarnemingsprogramma werd in 1967 voltooid; het werk aan de interpretatie werd voortgezet. Een nieuw gezichtspunt dat daarbij naar voren kwam was de mogelijkheid dat de electronendichtheid in gebieden van overwegend neutrale interstellaire materie aanmerkelijk groter is dan tot nog toe was aangenomen, als gevolg van ionisatie van waterstof door kosmische straling met kinetische energieën tussen 5 MeV en 30 MeV. Dit gezichtspunt werd samen met S.R. Pottasch uitgewerkt en gepubliceerd.

4.3.2.4 Neutrale waterstof op hoge galactische breedten

In het vorige jaarverslag werd reeds melding gemaakt van de grote Groningse survey (door C.R. Tolbert en I. Fejes) van neutrale waterstof bij galactische breedten groter dan $\pm 15^\circ$. De waarnemingen werden in het voorjaar van 1967 afgesloten. De Survey omvat 1860 posities, waaronder een compleet vijfgraadsraster voor punten 10° of meer boven de horizon te Dwingeloo, met uitzondering van galactische breedten tussen -15° en $+15^\circ$. Voor $+60^\circ$ is het raster vernauwd tot $2^\circ 5'$ of nog nauwer. Per positie werden gewoonlijk 3 of meer metingen gedaan. Het snelheidsinterval reikt van -150 tot $+60$ km/sec, en bij $+15^\circ < \text{b} < +60^\circ$ vaak tot $+160$ km/sec. Tolbert en L. Lammers verzorgden de bewerking van deze waarnemingen tot gecalibreerde profielen en tot contourdiagrammen (intensiteit als functie van positie en snelheid). Het tekenwerk voor de publicatie van dit omvangrijke materiaal is in volle gang; na het vertrek van Tolbert naar Amerika nam P.R. Wesselius het toezicht daarop over.

Fejes (nu te Budapest) gebruikte een deel van de voor medio 1966 verkregen Survey-waarnemingen voor een onderzoek naar de dichtheidsverdeling van neutrale waterstof tussen galactische lengten 330° en 60° , bij positieve breedten. Tevens bestudeerde

hij de componentenstructuur der profielen bij lengten $330^\circ < l < 50^\circ$ en $100^\circ < l < 150^\circ$, zoals verkregen met het tweede-afgeleide-programma van Schwarz, dat in het vorige jaarverslag werd besproken. Daarbij gaat zijn belangstelling in het bijzonder uit naar een eventuele samenhang tussen neutrale waterstof enerzijds en de "North Polar Spur" en soortgelijke structuren in de verdeling der continue radiostraling anderzijds.

P.R. Wesselius (Groningen) ondernam een ruwe componenten-analyse van alle profielen in bovengenoemde Survey, met de methode van Schwarz. De betrouwbaarheid van de resultaten van deze methode zal worden nagegaan door op een beperkt aantal punten tevens een kleinste-kwadratische analyse in Gauss-componenten te maken.

Wesselius begon tevens met een gedetailleerd onderzoek van twee waterstofwolken op hoge galactische breedte, op grond van door Tolbert gedane metingen. Deze wolken liggen rondom $l=103^\circ$, $b=+69^\circ$ ($V \approx -30$ km/sec) en $l=240^\circ$, $b=+75^\circ$ ($V \approx -40$ km/sec).

Een soortgelijke survey als die van Tolbert en Fejes, maar met een grotere bandbreedte (50 kHz = 11 km/sec in plaats van 16 kHz = 3.4 km/sec) en beperkt tot grote negatieve snelheden, wordt uitgevoerd door A.N.M. Hulsbosch (Leiden). In 1967 voltooide hij een vijfgraadsraster over de gehele hemel bij galactische breedten $b/20^\circ$; de waarnemingen strekken zich uit van -250 tot -50 km/sec; hun bewerking is nog in gang.

Hulsbosch deed tevens waarnemingen op een achttal posities, meest bij $b=60^\circ$, bij snelheden tussen -600 en -250 km/sec; voor de hoogste negatieve snelheden ($V < -400$ km/sec) wordt slechts één vergelijkkanaal gebruikt, daar het tweede sterke lijnstraling zou meten. Omdat de te verwachten straling bij deze hoge snelheden heel gering is, werd elke meting tientallen malen herhaald. De waarnemingen zijn nog niet gereduceerd. Bedoeling van dit programma is, te zoeken naar eventuele intergalactische waterstof, die verband zou kunnen houden met het gas dat op hoge breedten met hoge snelheden wordt waargenomen en wellicht ook uit de intergalactische ruimte afkomstig is.

Hulsbosch deed op een vijfgraadsraster in het gebied tussen lengten 80° en 160° , breedten $+20^\circ$ en $+70^\circ$ waarnemingen bij snelheden tussen -200 en -600 km/sec. Ook hier gebruikte hij alleen de A-vergelijkkanalen; de schakelafstand werd van 2160 kHz teruggebracht tot 216 kHz. De metingen met deze differentiële methode leverden geen positieve resultaten op.

Tenslotte deed Hulsbosch een detailonderzoek van een aantal waterstofwolken met hoge snelheden op hoge galactische breedten; sommige daarvan waren door hemzelf, andere door D.S. Mathewson aan de Ohio State University of door C.R. Tolbert en I. Fejes te Groningen gevonden. De resultaten van dit onderzoek werden gereedgemaakt voor publicatie.

Miss Margaret Kepner (Leiden) stelde een lijst op van sterren van vroeg spectraaltipe, gelegen in de richting van waterstofwolken met hoge snelheden. Te hopen valt dat waarneming van interstellaire absorptielijnen in deze sterren uitsluitend zal geven over de afstanden der hoge-snelheidswolken; deze afstanden zijn van vitaal belang voor begrip aangaande hun aard en herkomst.

Miss Kepner begon voorts met een onderzoek naar waterstof met middelmatige snelheden op hoge galactische breedten.

H.G. van Bueren (Utrecht) en J.H. Oort (Leiden) gingen na of de straling van waterstof op hoge breedten in belangrijke mate versterkt kan zijn door "maser"-werking. Hun conclusie was

negatief. De gevonden hoeveelheden waterstof moeten dus als reëel worden beschouwd. Oort onderzocht verder, tezamen met P.C. van der Kruit (Leiden), de consequenties van de hypothese dat de wolken met hoge snelheden veroorzaakt worden door intergalactisch gas, dat ingevangen wordt door het Melkwegstelsel. Dit onderzoek gaat nog voort.

Op 29 november 1967 gaf Oort in Charlottesville de Jansky Lecture, getiteld "Large-scale distribution and motion of hydrogen in the Galaxy". Het grootste deel van deze lezing was gebaseerd op onder auspiciën van de Stichting verrichte waarnemingen.

4.3.3 Onderzoek van andere lijnen in het radiospectrum

Van de recombinatielijn H 166 α bij 1424.7 MHz, uitgezonden door waterstofatomen bij overgangen van niveau 167 naar niveau 166, in gebieden waar waterstof overwegend geïoniseerd is, deden J.A. de Boer, U.J. Schwarz en H. van Woerden (allen Groningen), tezamen met A.C. Hin (Dwingeloo), in najaar 1966 een serie metingen. Zij leidden hieruit af de bewegingen van geïoniseerde waterstof in een vijftal HII-gebieden, en een schatting van de electronentemperatuur. De resultaten stemmen redelijk overeen met die verkregen door waarnemers in de Verenigde Staten.

Tijdens zijn verblijf aan het California Institute of Technology voerde E. Raimond (Leiden), tezamen met B. Eliasson, met de twee 90-voet-spiegels van Owens Valley Radio Observatory een interferometrische studie uit van OH-emissiebronnen, op een golflengte van 18 cm.

4.3.4 Het symposium "Radio Astronomy and the Galactic System"

In het vorige jaarverslag werd reeds melding gemaakt van het, in augustus 1966 door de Internationale Astronomische Unie te Noordwijk gehouden symposium over "Radio Astronomy and the Galactic System". De resultaten van het werk van de Stichting speelden een belangrijke rol in het programma van dit symposium. Van Woerden redigeerde het omvangrijke verslag ervan.

4.4 De synthese-radiotelescoop te Westerbork *

4.4.1 Doel van het instrument

Temidden van de Drentse staatsbossen, nabij het woonoord "Schattenberg", verrijzen sinds enige tijd met grote regelmaat parabolische reflector-antennes. Wanneer in het najaar van 1968 de laatste opgesteld is, beschikt de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg over één der grootste en meest flexibele radiotelescopen ter wereld.

Reeds voor 1960 groeide onder Nederlandse astronomen het bewustzijn, dat de ontwikkeling in de radiosterrenkunde een instrumentarium zou vereisen vele malen beter, zowel in gevoeligheid als in scheidend vermogen, dan de telescoop in Dwingeloo. De thans in aanbouw zijnde telescoop zal voor ons land in deze behoefte moeten voorzien. De werking van de telescoop is gebaseerd op één der modernste principes, de zogenaamde apertuur-synthese. Deze techniek is ontwikkeld en ook aan de praktijk getoetst door Prof. M. Ryle in Cambridge.

De redenering verloopt als volgt. De gevoeligheid van een radiotelescoop voor de zwakke straling uit het heelal is recht evenredig met het oppervlak van de reflector van de telescoop. Het scheidend vermogen is omgekeerd evenredig met de hoekafstand tussen twee details aan de hemel die nog juist gescheiden kunnen worden; het is recht evenredig met het quotient van de telescoopdiameter en de golflengte. Een vergroting van gevoeligheid en scheidend vermogen vereist dus een grotere telescoop. Wanneer men deze wil bereiken met een parabolische reflector-antenne, stuit men bij radiogolflengten reeds vrij spoedig op mechanische en/of economische grenzen: voor een volledig wendbare parabool liggen deze bij diameters in de orde van 100 tot 200 meter.

Het is bekend dat de overgrote meerderheid der kosmische radiobronnen geen intensiteitsveranderingen vertoont over tijdvakken van maanden of meer. Laten we nu twee kleine, en dus goedkope, antennes nemen op zekere afstand van elkaar, ze beide op hetzelfde punt aan de hemel richten en hun uitgangssignalen combineren; met andere woorden, we vormen een interferometer. We herhalen de waarneming van hetzelfde punt aan de hemel vele malen, waarbij steeds de plaats van de ene antenne ten opzichte van de andere gewijzigd wordt, totdat alle punten in een vlak van te voren gekozen afmetingen eenmaal door de verplaatsbare antenne zijn bedekt (figuur 1). Alle waarnemingen worden nu in een rekenmachine verwerkt en op de juiste wijze bij elkaar gevoegd. Het resultaat is dan alsof we één enkele waarneming hadden gedaan met een telescoop van even grote afmeting als het nu bestreken vlak, met de daarbij behorende grote gevoeligheid en scheidend vermogen. We hebben dus een grote telescoop gesynthetiseerd door combinatie van vele waarnemingen, met een interferometer bestaande uit twee kleine telescoopjes (antennes).

Maar er is nog meer uit de waarnemingen te halen. Tijdens iedere waarneming ontvingen de kleine antennes straling uit een beperkt gebied aan de hemel, waarover de gevoeligheid van de antenne zich uitstrekt. Dat gebied is relatief groot, omdat kleine antennes een wijde antennebundel hebben. De "gesynthetiseerde bundel" van alle samengevoegde metingen is echter zeer nauw; er is immers als het ware één grote telescoop gevormd. Door manipulatie in de computer kan men nu met deze nauwe bundel het gehele

* Het eerste deel van deze paragraaf en de figuren 1-5 zijn ontleend aan het gelijknamige artikel van de hand van Ir. J.W.M. Baars, verschenen in het Jaarboek 1967 van Z.W.O.

waargenomen gebied aftasten. Het resultaat van onze verzameling waarnemingen is dus een afbeelding van de helderheidsverdeling aan de hemel, met afmetingen overeenkomend met de bundelwijdte van de kleine telescoop, maar met een scheidend vermogen en intensiteitsgevoeligheid behorend bij de grote, gesynthetiseerde telescoop.

Voor het opvullen van het vlak dat de denkbeeldige grote telescoop zou moeten beslaan (apertuurvlak) kan de draaiing van de Aarde om haar as worden benut. Het is voldoende om de kleine telescopen, de elementen van de synthese-telescoop, op een oost-west lijn te plaatsen. Gezien vanuit de radiobron aan de hemelbol, draait deze lijn in twaalf uur om de aardas, als 't ware van N-Z door O-W naar Z-N. (Gedurende die tijd volgen de elementen van de telescoop de bron in zijn schijnbare beweging langs de hemel.) Men kan zich met behulp van figuur 2 een voorstelling maken. Per halve dag beschrijft het ene element een halfcirkelvormige ring in het apertuurvlak om het andere, "vaste" element. Herhaling van deze procedure, met een telkens andere afstand tussen de elementen langs de O-W basislijn, zal een cirkelvormig vlak opvullen met een diameter die gelijk is aan de grootste afstand tussen de elementen*. De behandeling van de waarnemingen in de computer verloopt verder analoog aan die in het eerste voorbeeld. De methode met gebruik van de aardrotatie wordt wel super-synthese genoemd.

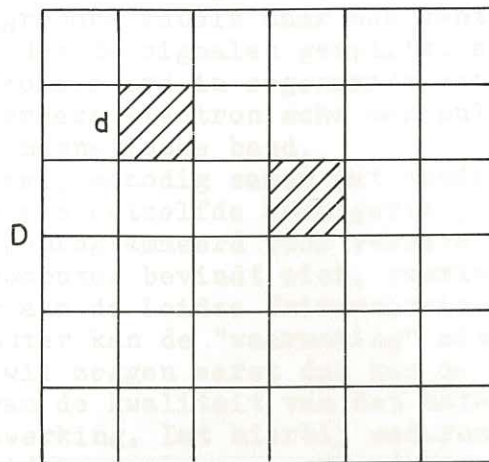
In Cambridge is een instrument dat volgens dit principe werkt, reeds enige jaren in gebruik. Twee parabolische antennes van 18 meter diameter zijn op 750 m van elkaar opgesteld, terwijl een derde verrijdbaar is over een railbaan van eveneens 750 m. Voor een volledige synthese van de apertuur met 1500 m diameter zijn ongeveer 75 halve dagen waarnemen nodig. Het instrument heeft, door zijn grote scheidend vermogen, een aantal opvallende nieuwe resultaten opgeleverd.

De Synthese-Radiotelescoop (SRT) te Westerbork is een instrument van precies hetzelfde type, doch met een aantal belangrijke verbeteringen. De SRT bevat na voltooiing twaalf elementen, parabolische antennes met 25 m diameter. Tien daarvan zijn vast opgesteld op een onderlinge afstand van 144 m, terwijl twee elementen verrijdbaar zijn over een 300 m lange railbaan, die direct op element no. 10 aansluit. De totale basislijn is 1600 m lang.

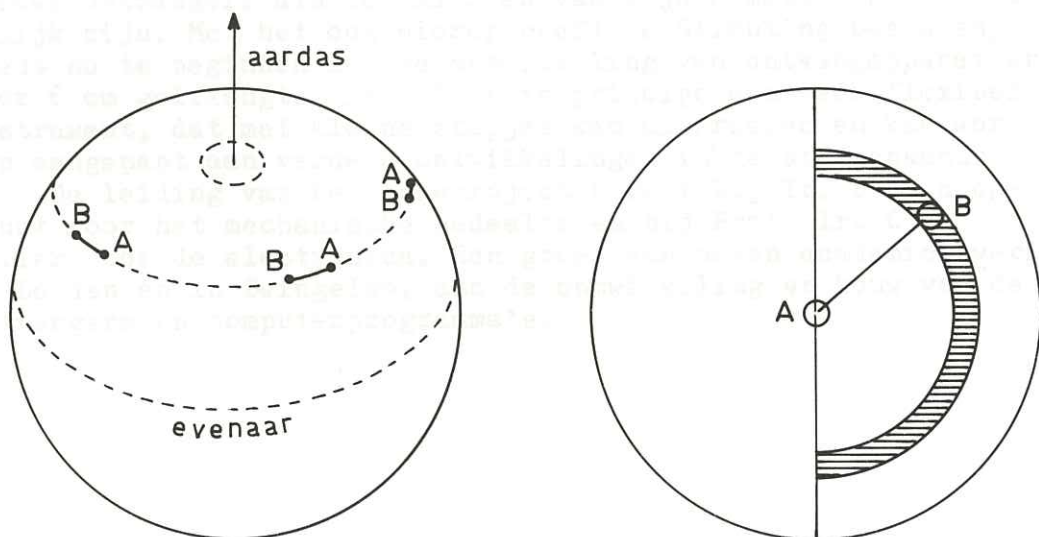
Elk van de twee verplaatsbare elementen vormt met ieder van de tien vaste een interferometer; er zijn dus 20 interferometers in totaal. Het apertuurvlak van ongeveer 1600 m diameter wordt in een twaalfurige waarneemperiode belegd met een twintigtal ringen van ongeveer 15 m breedte. De maximale afstand tussen twee ringen is klaarblijkelijk 144 m. Met twee verplaatsbare elementen is dus in vijf perioden van een halve dag een volledige synthese tot stand te brengen. De SRT is dus aanmerkelijk sneller in het verzamelen van gegevens dan de telescoop van Cambridge.

De gecompliceerdheid van de elektronische apparatuur en de benodigde capaciteit en snelheid van de computer vormen in de SRT echter een speciaal probleem, zoals tot op heden in de radio-sterrenkunde nauwelijks is voorgekomen. In eerste opzet zal de SRT worden uitgerust met dubbelontvangers voor twee, onderling loodrechte, polarisatie-richtingen, op een golflengte van ongeveer 21 cm. Om de volledige polarisatie-eigenschappen van de

* De figuur wekt de indruk, dat het vlak deze grootste afstand als straal heeft. Omdat de waarneming echter geen 24 uur kan duren, maar slechts 12 uur, zou de cirkel slechts voor de helft worden bedekt. Voor volledige vulling is het nodig, dat men A en B beide om het midden van AB laat draaien; de cirkel



Figuur 1. Ter illustratie van het apertuur-synthese principe. Door de kleine antenne met zijde d steeds te verplaatsen ten opzichte van de vaste antenne, wordt op den duur het gehele apertuurvlak met zijde D bestreken.



Figuur 2. Het super-synthese principe. De basislijn AB verandert van richting door de draaiing van de aarde. In het apertuurvlak beschrijft B een ring om A . Door de lengte van AB te veranderen, kan men het gehele vlak opvullen.

waargenomen straling te kunnen vinden, zullen alle combinaties tussen ontvangers in de vaste elementen enerzijds en de verplaatsbare anderzijds worden gevormd. Er worden 24 signalen, na versterking in de ontvanger bij het brandpunt van de telescoop, via ondergrondse kabels naar een centrale ontvangerruimte geleid. Daar worden de signalen gesplitst en vervolgens op de juiste wijze gecombineerd in zogenaamde correlatoren, 160 stuks in totaal. Na verdere elektronische manipulatie komen deze 160 signalen op een magnetische band.

Deze band zal, zonedig samen met banden uit andere waarnemingsperiodes van hetzelfde hemelgebied, een grote computer voeden, die is geprogrammeerd voor verdere behandeling van het materiaal. De computer bevindt zich, voorlopig althans, niet in Westerbork maar aan de Leidse Universiteit. Pas na de behandeling in de computer kan de "waarneming" als afgesloten worden beschouwd, dat wil zeggen eerst dan kan de astronoom zich een indruk vormen van de kwaliteit van het materiaal en beslissen over verdere bewerking. Dat hierbij wederom de computer onontbeerlijk zal blijken, zal geen verwondering wekken.

De enorme hoeveelheid elektronische apparatuur in de SRT is vrijwel geheel met halfgeleider-elementen (transistors) uitgevoerd. De betrouwbaarheid van elektronenbuizen is bij de benodigde hoeveelheid ontoereikend. De bouw van de SRT, en zijn toekomstige uitbreiding, is mogelijk geworden door de recente ontwikkelingen in de transistor-technologie en door het beschikbaar komen van zeer grote en zeer snelle computers.

Bij de dimensionering van het instrument is een compromis getroffen tussen de eisen gesteld door het onderzoek van het Melkwegstelsel en van daarbuiten liggende sterrenstelsels. Behalve de aanzienlijk grotere snelheid van waarnemen bezit de SRT in zijn huidige vorm geen eigenschappen die hem ver boven de thans reeds bestaande radiotelescopen doen uitsteken. Om in de voorste linies van de ontwikkeling te kunnen meegaan, zal een voortdurende uitbreiding van de telescoop, zowel met nieuwe ontvangers als ten aanzien van zijn afmetingen, noodzakelijk zijn. Met het oog hierop heeft de Stichting besloten, reeds nu te beginnen met de ontwikkeling van ontvangapparatuur voor 6 cm golflengte. De SRT is in principe een zeer flexibel instrument, dat met kleine stapjes kan uitgroeien en kan worden aangepast aan verdere ontwikkelingen in de sterrenkunde.

De leiding van het bouwproject berust bij Ir. B.G. Hooghoudt voor het mechanische gedeelte en bij Prof. Ir. C.A. Muller voor de electronica. Een groep van negen academici werkt, te Leiden en in Dwingeloo, aan de ontwikkeling en bouw van de ontvangers en computerprogramma's.

4.4.2 Vorderingen bij de bouw

4.4.2.1 De telescopen

Nadat in de herfst van 1966 de assemblagemallen voor de reflectoren en andere delen van de telescopen gereed waren gekomen, ondervond het werk ernstige vertraging ten gevolge van fabricage-fouten in onderdelen van de draagconstructie voor de reflector.

Daardoor kon men pas in juni 1967 met de assemblage van de eerste reflector beginnen. De samenstelling van de overige onderdelen van de telescopen was intussen goed op gang gekomen. Om een deel van de verloren tijd in te halen, werd een zeer strak tijdschema opgesteld, dat vanaf 1 april 1967 wordt aangehouden en waarop sindsdien geen inbreuk is gemaakt. Volgens dit schema zullen alle twaalf telescopen voor 1 november 1968 bedrijfsklaar worden opgeleverd. De eerste reflector werd onder grote belangstelling in augustus 1967 op de, reeds enige tijd gereedstaande, onderbouw gehesen. Sindsdien wordt elke 5 weken een telescoop voltooid; in enkele dagen worden dan drie delen: poolasconstructie, declinatie-constructie en reflector, op opeenvolgende bouwplaatsen aangebracht. Aan het eind van het jaar 1967 waren 5 telescopen klaar, terwijl de onderbouw voor nummer 6 en 7 gemonteerd was; begin juli 1968 werd de laatste van de 10 vaste spiegels voltooid, en werd de onderbouw van de twee rijdende telescopen op de wagens bevestigd (zie figuren 3 en 4).

Van doorslaggevende betekenis voor het realiseren van het zeer strakke tijdschema is de beschikbaarheid van de grote bouwhal, waarin de drie hoofdonderdelen van elke telescoop worden geassembleerd (figuur 5). De assemblage met behulp van mallen maakt het mogelijk, een zeer grote gelijkvormigheid van de telescopen te bereiken, tot enkele tienden van een millimeter. Als gevolg hiervan zullen in de computer-programma's correcties voor afwijkingen in de geometrie van het instrument slechts weinig voorkomen. Om dezelfde reden is ook bij het buiten opstellen van de telescopen een grote nauwkeurigheid aangehouden. Voor de benodigde metingen werd de hulp ingeroepen van autoriteiten op het gebied van de geodesie. Wegens het specialistische karakter ervan wordt al het meetwerk bij de constructie onder directe verantwoordelijkheid van de Stichting Radiostraling uitgevoerd; met het toezicht hierop is Ir. J.W.M. Baars belast. De bereikte resultaten zijn over het algemeen in overeenstemming met of zelfs beter dan de (zeer hoge) tolerantie-eisen van het bestek.

4.4.2.2 Het ontvangersysteem

In het kader van de Belgisch-Nederlandse samenwerking voor de bouw van een Benelux radiotelescoop (B.C.A.P.) is reeds een aantal jaren een werkgroep bezig geweest aan de ontwikkeling van het ontvangersysteem voor deze telescoop. Nu met ingang van 1967 de samenwerking met België is geeindigd, is deze groep geheel te beschouwen als een onderdeel van het personeel van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg.

Het ontvangersysteem bestaat uit een twintigtal interferometer-ontvangers, elk geschakeld tussen een der vastopgestelde en een der verplaatsbare telescopen. Daarbij worden bovendien in elke telescoop twee polarisaties gebruikt en in elke interferometer-ontvanger correlatoren tussen alle polarisatie-combinaties toegepast, om de volledige polarisatietoestand van de ontvangen straling te kunnen meten. Het eigenlijke ontvanger-

systeem heeft dan ook 160 uitgangskanalen, waaraan nog een 40 kanalen worden toegevoegd voor de speciale phasecalibratie-ontvanger. Deze meet de kabellengte-verschillen tussen elke telescoop en de centrale ontvanger in het bedieningsgebouw, via een afzonderlijk net van calibratiekabels naar de ontvangeringen in het "frontend", d.i. het nabij het brandpunt van elke telescoop gemonteerde ontvangerdeel. Een afzonderlijk systeem van 24 verdragingslijnen, ondergebracht in een kelder in het bedieningsgebouw, dient om de verschillen in aankomsttijd bij de verschillende telescopen voor een schuin invallend golffront te compenseren. In het laagfrequent-deel van de kanalen wordt verder een zogenaamde "fringe-stopping" techniek toegepast; hiermee elimineert men de snelle phaseveranderingen van het ontvangeruitgangsignaal als functie van de tijd, die normaliter bij een interferometer met grote afstand tussen de elementen optreden.

In de loop van 1967 kon voor enkele belangrijke onderdelen van het ontvangersysteem met de productie worden begonnen, zoals voor het 160-kanalen correlatorgedeelte met een bandbreedte van 4 MHz en een centrale frequentie van 11 MHz, waarvan het prototype door J.L. Casse te Leiden was ontwikkeld. Eind 1967 kon ook het ontwikkelingswerk aan de overige middenfrequent-delen, zoals het 30 MHz gedeelte en het verdragingslijnsysteem, worden afgesloten en kon met de productie daarvan een aanvang worden gemaakt.

Het reeds genoemde phasecalibratie-systeem wordt ontwikkeld door J.P. Hamaker te Leiden, die tevens verantwoordelijk is voor het hoogfrequent- en middenfrequent-kabelnet tussen de telescopen en het centrale bedieningsgebouw. Het ontwikkelingswerk voor het phasecalibratie-systeem kon in 1967 nog niet worden afgesloten.

Het locale-oscillatoren-systeem voor de ontvanger, waarbij hulpfrequenties voor de mengtrappen worden gedistribueerd naar de frontends vanuit het centrale deel van de ontvanger, wordt ontwikkeld door L.H. Sondaar (sinds begin 1968 samen met C.T. Murray).

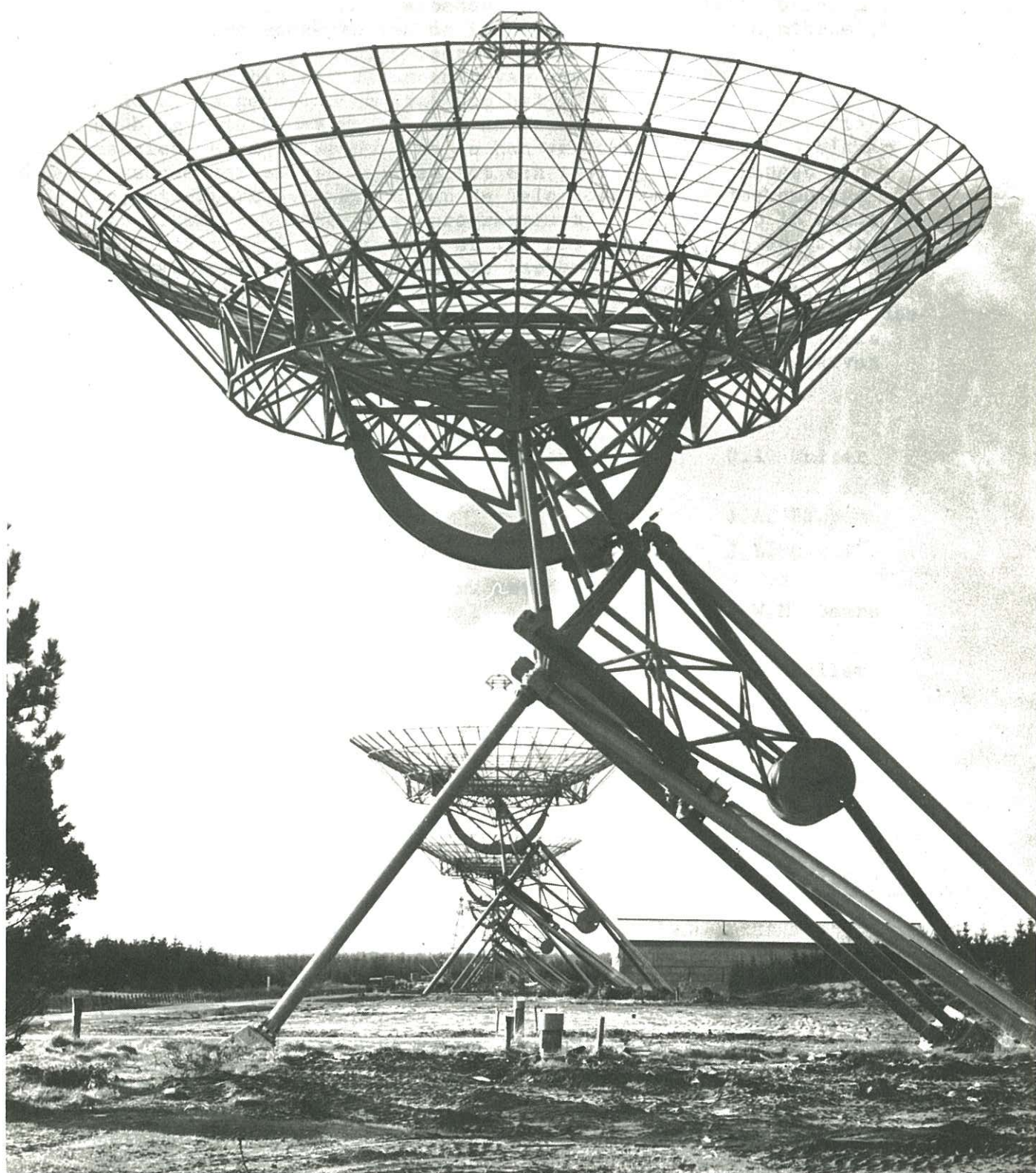
Door J.A. Högbom te Leiden werden met behulp van een rekenprogramma onderzoeken gedaan over de invloed van fouten in het telescoop- en ontvangersysteem.

Het laagfrequent-deel van de correlatorkanalen wordt ontwikkeld door J.F. van der Brugge te Dwingeloo. Het ontwikkelingswerk wordt begin 1968 afgesloten, waarna de productie van deze onderdelen volgt.

Het digitale gedeelte wordt ontwikkeld onder leiding van C.A. Muller te Dwingeloo, die ook de verantwoording draagt voor het overleg betreffende de on-line besturingscomputer, welke door Philips Bedrijfsapparatuur Nederland wordt geleverd. Voor de computerprogramma's welke eveneens door Philips worden opgesteld, is een overlegcommissie gevormd bestaande uit W.N. Brouw, E. Raimond en C.A. Muller.

Het ontvanger-frontend, waarin parametrische versterkers zijn opgenomen teneinde een laag ontvanger-ruisgetal te bereiken, wordt te Dwingeloo ontwikkeld door A.C. Hin en C.A. Muller. Het bijbehorende 135-30 MHz deel wordt door J.L. Casse ontwikkeld, de frequentie-vermenigvuldigers in overleg met L.H. Sondaar.

Zoals reeds vermeld in paragraaf 4.2.2, vindt een belangrijk deel van de productie te Dwingeloo plaats, waarbij de nieuwe werkplaats is ingeschakeld.



Figuur 3. De westelijke helft van de synthese-telescoop. Drie telescopen zijn af, op de achtergrond staan gedeeltelijk voltooide telescopen. Dit was de situatie op 11 november 1967. Rechts, op de achtergrond, bevindt zich de bouwhal.

4.4.3 Voorbereiding voor het gebruik van de synthese-telescoop

In de winter 1966/67 ontstond bij een aantal astronomen te Groningen en Leiden de behoefte, zich nader te informeren over de eigenschappen van de in aanbouw verkerende Synthese-telescoop, en de daaruit voortvloeiende mogelijkheden en beperkingen bij het ondernemen van waarnemingsprogramma's. Anderzijds gevoelde de staf van het Project de noodzaak, op de hoogte te komen van de bij astronomen levende wensen ten aanzien van de waarnemingen en hun verwerking. Deze bij elkaar passende verlangens leidden tot een tweetal besprekingen van de ontwerpers en bouwers van de Telescoop met de toekomstige gebruikers (astronomen en programmeurs), gehouden op 16 maart en 23 juni 1967 te Utrecht, en tot het samenstellen en verspreiden van een aantal informatieve rapporten.

Tijdens de tweede bijeenkomst werd besloten tot het houden van een reeks van 6 "werkvergaderingen", teneinde de wederzijdse oriëntatie en discussie te verbreden en verdiepen. Deze reeks groeide uit tot een twaalfstal colleges met discussie, waarvan het programma als volgt luidde:

29 Sep 1967, Groningen	General antenna theory, especially paraboloids	C.A. Muller
13 Oct 1967, Leiden	Interferometry and synthesis	J.A. Högbom
27 Oct 1967, Leiden	a. Receiver system b. Westerbork antennas, mechanical	J.L. Casse J.W.M. Baars
10 Nov 1967, Leiden	a. Westerbork synthesis: antenna pattern b. Reduction problems c. Computer problems	C.A. Muller J.A. Högbom W.N. Brouw
24 Nov 1967, Groningen	a. Which objects do what? b. Thermal and non-thermal spectra	H. van Woerden H. van der Laan
8 Dec 1967, Leiden	a. Fields of research for the SRT b. General discussion	H. van Woerden H. van der Laan J.A. Högbom

De inhoud van een deel dezer colleges is verschenen in de vorm van Internal Technical Reports.

In de algemene bespreking op 8 december werd het voorstel gedaan, de voorbereiding van waarnemingsprogramma's ter hand te nemen in een aantal kleine studiegroepen, "units", elk met een eigen groep van onderwerpen. In januari-maart 1968 werden vijf zulke units gevormd. Zij stellen zich voorlopig ten doel, informatie uit de vakliteratuur samen te vatten, en op grond daarvan later te komen tot het opstellen van waarneemprogramma's. De units, waaraan wordt deelgenomen door astronomen (inclusief studenten) en ingenieurs, vormen tezamen de "Werk-groep Westerbork", die ongeveer eens per 3 maanden bijeenkomt om de resultaten der units te bespreken.

Het Algemeen Bestuur stelde op 8 mei 1968 een Programma-Commissie in, die deze werkzaamheden zal moeten coördineren, en beslissen over de prioriteiten der programma's en over de toewijzing van kijktijd.

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

5.1. Chronologisch overzicht 1967

3 jan - 10 jan	Revisie (normale onderhoudswerkzaamheden).
10 jan - 7 mrt	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).
9 mrt - 10 mrt	Maanoccultatie-metingen op 1420 ^{MHz} = 21.1 cm (onderzoeker P. Katgert).
10 mrt - 15 mrt	Ijkmetingen op 820 MHz = 37 cm (onderzoekers mej. Drs. E.M. Berkhuijsen en Ir. J.W.M. Baars).
16 mrt - 4 jun	Continuum-survey op 820 MHz = 37 cm. Variaties en circulaire polarisatie in extragalactische radiobronnen (onderzoekers mej. Drs. E.M. Berkhuijsen en Ir. J.W.M. Baars).
5 jun - 12 jun	Inbouw 21 cm-ontvanger.
13 jun - 17 jul	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).
18 jul - 4 sep	Jaarlijkse onderhoudsbeurt. Bekabeling ontvanger gedeeltelijk vernieuwd en in kabelgoot gelegd.
5 sep - 10 sep	Inbouw 21 cm-ontvanger en in orde maken voor maanoccultatie-metingen.
11 sep - 12 sep	Maanoccultatie-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (onderzoeker P. Katgert).
12 sep - 20 okt	Inbouw 22 cm-ontvanger voor antennepatroon-metingen en voorbereiding van deze metingen.
20 okt - 11 dec	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).
12 dec - 22 dec	Waterstoflijn-metingen op 1420 MHz = 21.1 cm (diverse onderzoekers, zie paragraaf 5.2).

5.2. Overzicht van metingen van de 21 cm waterstoflijn

Projectnummer, -naam en onderzoekers	Aantal metingen
00 Instrumentele controlemetingen	1707
95 Ontvanger-nullijn	1225
96 Standaardprofiel voor intensiteitsschaal	704
03 Hoge snelheden op hoge galactische breedten (A.N.M. Hulsbosch)	4669
04 Orion (H. van Woerden)	80
14 Intermediaire-breedten-raster (U.J. Schwarz)	62
15 Hoge snelheden in Melkwegcentrum (G.W. Rougoor en P.C. van der Kruit)	479
44 Münch-Zirín-sterren (H.J. Habing)	144
45 Hoge-breedten-survey (C.R. Tolbert)	774
49 Occultaties van waterstofwolken door de maan (U.J. Schwarz)	31
50 Buitendelen Melkwegcentrum (W.W. Shane, R. Sancisi)	669
56 Lacerta (H. van Woerden)	196
57 Cygnus (Van Someren Greve)	277
58 IC 1396 (S.C. Simonson)	91
60 Taurus (R. Sancisi)	245
61 II Persei (R. Sancisi)	72
Totaal	11425

Het opgegeven totaal bevat een nog onbekend aantal mislukte metingen uit de waarneemperiode 13 juni - 17 juli; de 540 mislukte metingen (6.50/o) uit de andere twee perioden zijn niet in de telling opgenomen.

6. PUBLICATIES 1967

J.W.M. Baars 1967

Meteorological influences on radio interferometer phase fluctuations.
IEEE Trans. Ant. Propag., AP-15, 582 - 584.

A. Blaauw, I. Fejes, C.R. Tolbert, A.N.M. Hulsbosch and E. Raimond 1967

Motions of neutral hydrogen at high latitudes.
In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H. van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press, London, p. 265 - 278.

J.L. Casse and I.S. Docherty 1967

Theory for the design of wide-band double-tuned coupling networks.
Proc. I.R.E.E. Australia, July 1967, 232 - 240.

R.W. Clarke, F.J. Kerr and G.W. Rougoor 1967

The forthcoming series of galactic center occultations.
Astrophys. J., 148, 923 - 924.

M.M. Davis 1967

A 1417-MHz search for radio sources having a flux excess at short wavelengths.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 201 - 226.

M.M. Davis and Jeannette K. Merkelijn 1967

Dual-beam observations at 1417 MHz of the region of the North Polar Spur.
In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H. van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press, London, p. 357 - 359.

I.S. Docherty and J.L. Casse 1967

The design of maximally-flat wideband amplifiers with double-tuned interstage coupling.
Proc. Inst. electr. electron. Eng., 55 no. 4, 513 - 522.

I. Fejes 1967

Új eredmények a radiocsillagászatban (new results in radio-astronomy).
In: Csillagászati Évkönyv 1968 (Astronomical Yearbook 1968, in Hungarian), 220 - 242.

A.D. Fokker 1967

Two examples of homologous radio events.
Inf. Bull. Solar Radio Obs., no. 22.

A.D. Fokker 1967

Homology of solar flare-associated radio events.
Solar Physics, 2, 316 - 326.

A.D. Fokker and R.J. Rutten 1967

Coronal scattering of radiation from an anisotropically radiating solar radio source.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 254 - 259.

H.J. Habing and S.R. Pottasch 1967

Low-energy cosmic rays and the electron density in
HI regions.
Astrophys. J., 149, L 119 - L 120.

H.I. Helfer 1967

On the development of non-circular motions in the
Galaxy.
In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.
van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 319 - 321.

L.A. Higgs 1967

The antenna characteristics at 820 MHz of the
Dwingeloo radio telescope.
Bull. Astr. Inst. Netherlands Suppl., 2, 59 - 76.

H.C. van de Hulst 1967

Observing the galactic magnetic field.
Ann. Rev. Astron. Astrophys., 5, 167 - 182.

H.C. van de Hulst 1967

Observing the galactic magnetic field.
In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.
van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 375 - 380.

P.O. Lindblad 1967

21-cm observations in the region of the galactic
anti-centre.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 34 - 73.

Jeannette K. Merckelijn and M.M. Davis 1967

Some high-latitude features related to the North
Polar Spur observed at 1417 MHz.
Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 246 - 253.

J.H. Oort 1967

Possible interpretations of the high-velocity gas.
In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.
van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 279 - 288.

E. Raimond and B. Eliasson 1967

Possible relation between an OH source and an
infrared object in the Orion Nebula.
Astrophys. J., 150, L 171 - 172.

D.H. Rogstad, G.W. Rougoor and J.B. Whiteoak 1967

Neutral-hydrogen studies of galaxies with a single-
spacing interferometer.
Astrophys. J., 150, 9 - 32.

J. Roosen and T. Goh 1967

The distribution of the 9-cm radio emission over
the solar disk during the sunspot minimum.
Solar Physics, 1, 242 - 253.

M.P. Savedoff, J.W. Hovenier, B. van Leer 1967

High-velocity cloud collisions.

Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 107 - 112.

M.P. Savedoff, J.W. Hovenier, B. van Leer 1967

High-velocity cloud collisions.

In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.

van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 295.

W.W. Shane 1967

Progress report on 21-cm observations at low lati-

tude between longitudes (ℓ^{II}) 0° and 66° .

In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.

van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 177 - 179.

W.W. Shane and P. Katgert 1967

A possible supernova remnant observed in 21-cm
emission.

In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.

van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 127.

K. Takakubo 1967

Neutral hydrogen at intermediate galactic latitudes.

III. Local kinematical properties derived from

Gaussian 21-cm profile components; comparison with
 Ca^+ K-line data.

Bull. Astr. Inst. Netherlands, 19, 125 - 159.

H. van Woerden 1967

Structure and motions in the interstellar medium.

In: Radio Astronomy and the Galactic System, Ed. H.

van Woerden, IAU Symposium, no. 31, Academic Press,
London, p. 3 - 30.

7. INTERNE RAPPORTEN VAN DE WERKGROEP DWINGELOO

1. W.N. Brouw Dwingeloo-bandleesprogramma
(Juni 1967)
2. W.N. Brouw Operateur-beschrijving bandlees-
programma Dwingeloo-banden
(Juni 1967)
3. S. Drenth Handleiding bediening radio-
telescoop (Juni 1967)
4. S. Drenth Refractie en doorbuiging van de
driepoot (Juli 1967)
5. T. van 't Foort Gaussanalyse van 21 cm-lijnpro-
fielen en poging tot bepaling van
wolkstructuur in een gebied in de
omgeving van Orion (Juni 1967)
6. E. Raimond Standaard-reductie van 21 cm-lijn-
waarnemingen gedaan in Dwingeloo
na maart 1961 (Augustus 1966)
7. R. Sancisi Interstellar matter and T Tauri
stars (September 1967)
8. U.J. Schwarz Correctie van C_{gr} voor niet-linea-
riteit van de detector (Oktober 1966)

7a. INTERNE RAPPORTEN VAN HET SYNTHESIS-RADIOTELESCOOP PROJECT

Internal Technical Reports

- | | |
|---|---|
| 44. J.A. Högbom | Six observational programmes for the Westerbork Synthesis Telescope (February 1967) |
| 45. J.A. Högbom | A preliminary discussion of the computer programmes for the Westerbork Synthesis Telescope (February 1967) |
| 46. J.W.M. Baars and
J.A. Högbom | A proposal for early measurements with a 144-metre baseline interferometer (February 1967) |
| 47. J.P. Hamaker | Calculation of the output signal-to-noise ratio of the phase calibration receiver (March 1967) |
| 48. Galactic Objects for Observation with the Synthesis Telescope | |
| W.N. Brouw | Polarization measurements (May 1967) |
| H.J. Habing | Supernova-remnants " |
| S.R. Pottasch | Planetary nebulae " |
| C.R. Tolbert | HII regions " |
| H. van Woerden | Cygnus X " |
| 49. K.I. Kellermann | Studies of extragalactic radio sources (June 1967) |
| J.H. Oort | In what way can radio-astronomical observations contribute to our knowledge of the structure and evolution of the universe? (June 1967) |
| 51. J.L. Casse | The receiving system of the SRT: Principles and the functions of the main component parts (August 1967) |
| 53. J.W.M. Baars and
W.N. Brouw | The need for cooperation and team-work (June 1967) |
| 56. G. van Herk | Het azimuth van de referentielijn en afwijkingen van 12 pijlers (June 1967) |
| 57. J.P. Hamaker | The output signal-to-noise response of a main receiver correlator to injected phase-calibration signals (October 1967) |
| 58. Elly M. Berkhuijsen
and J. Tinbergen | An astronomical glossary (November 1967) |
| 59. J.W.M. Baars | Expected atmospheric influences near 5 GHz on a one-mile-baseline array (October 1967) |

NB: De nummers 50, 52, 54 en 55 zijn nog niet verschenen.

60. J.P. Hamaker Description and specifications for the cable system of the Synthesis Radio Telescope at Westerbork, Netherlands (November 1967)
61. J.W.M. Baars Metingen aan het reflector-oppervlak. Voorlopige resultaten reflector 1-4 (November 1967)

Notes

47. WST Group Synthesis Radio Telescope Time Schedule
48. W.N. Brouw A preliminary estimate of the amount of time needed on the IBM/360-50 computer in Leiden
49. J.P. Hamaker Distribution of the "Available" Losses in the Calibration System; cable requirements
50. J.P. Hamaker De hoofdlijnen van het elektronische systeem voor de Westerbork Synthese Telescoop
51. K.W.C. Lugtenborg Een differentiaal temperatuurmeter
52. L.H. Sondaar Notities betreffende de keuze van Locale Oscillator Frequenties voor de WST ontvanger
53. J.L. Casse ITR's and Notes Distribution
54. J.L. Casse
P.A. Wesdorp Construction and Tuning of the Correlators
55. Besprekings-notities Philips on-line computer
56. J.L. Casse
W. Star Construction, Alignment and Performances of the Power Divider
57. U.J. Schwarz Brief van U.J. Schwarz aan J.A. Högbom
58. C.A. Muller Besturing en Data-verwerking bij de Synthese Radiotelescoop te Westerbork
59. C.A. Muller The Picture of a Brightness Distribution observed with a Synthesis Radio Telescope
60. B.G. Hooghoudt The Synthesis Radio Telescope at Westerbork, Holland
61. J.P. Hamaker Preliminary Results on the Effects of Random Discontinuities in Transmission Lines

- | | |
|------------------|---|
| 62. J.P. Hamaker | Temperature and Pressure in the Cable System, their Effects on Electrical Lengths and Resultant Requirements on System Components |
| 63. J.P. Hamaker | Outline for Cable Specifications |
| 64. C.A. Muller | Uitbreiding van het ontvangersysteem van de Synthese Telescoop |
| 65. W.N. Brouw | Enige notities over Computer gebruik voor de S.R.T. |
| 66. J.P. Hamaker | Draft Description and Specifications for the Cable System |
| 67. L.H. Sondaar | Keuze L.O. frequenties |
| 69. W.N. Brouw | Precisie eisen voor de Fringe Demodulator Besturing |
| 70. J.L. Casse | Report on the negotiations concerning the delay cables for the Synthesis Radio Telescope |

STICHTING RADIOSTRALING VAN ZON EN MELKWEG

68116

Aanvulling op het Jaarverslag 1967

Tot mijn spijt zijn in bovengenoemd verslag, dat u onlangs werd toegezonden, enkele zaken onvermeld gebleven die niet hadden mogen ontbreken.

Blz. 27: Naast de voorbereiding van waarneemprogramma's is van vitaal belang de samenstelling van computerprogramma's voor de verwerking der waarnemingen. Zoals op blz. 24 al is uiteengezet, zijn de directe meetresultaten van de synthese-telescoop pas bruikbaar na een ingewikkelde behandeling door een elektronische rekenmachine. Drs. W.N. Brouw ondernam de programmering van de IBM 360 van het Centraal Reken Instituut der Leidse Universiteit voor deze berekeningen.

Blz. 26: In de bouw van onderdelen voor het ontvangersysteem van de synthese-telescoop had, naast de werkplaats van de Radiosterrenwacht te Dwingeloo, ook die van de Sterrewacht te Leiden een belangrijk aandeel.

Groningen, 19 september 1968

H. van Woerden

