

# JAARVERSLAG

19

30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57
58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84	85
86	<b>87</b>	88	89	90	91	92
93	94	95	96	97	98	99



Stichting Mathematisch Centrum

# JAARVERSLAG

87



Stichting Mathematisch Centrum



## VOORWOORD

In het jaar 1987 heeft de Stichting Mathematisch Centrum haar aandacht vooral gericht op de toekomst. Voortbouwend op het in de jaren 1984 en 1985 opgestelde Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek en het tot 1987 gevoerde beleid werd een Beleidsnota 1988-1993 opgesteld voor het CWI, alsmede een Computerbeleidsplan voor die jaren. Immers, in 1988 zal het CWI voor de laatste maal extra financiële middelen ontvangen in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan (INSP) van de overheid. Het werd van belang geacht de visie van de Stichting op de toekomst van het instituut vast te leggen en daarin de noodzaak aan te geven van een voortgaande extra financiering van het informatica-onderzoek bij het CWI. In de Beleidsnota, die in samenspraak met diverse externe adviesorganen werd opgesteld, werd bijzondere aandacht gegeven aan het wiskunde-onderzoek en het synergetisch effect van het samengaan van wiskunde en informatica in één instituut, alsmede aan de samenwerking met academische wereld en industrie. Het aantal samenwerkingsprojecten in internationaal en nationaal verband werd ook in 1987 weer verder uitgebreid. Bovendien werden voorstellen voorbereid voor deelname in de tweede fase van ESPRIT.

Naast de activiteiten binnen het CWI vond ook het onderzoek binnen de Landelijke Projecten goede voortgang. Het aantal aanvragen steeg opnieuw, hoewel helaas geen groter budget kon worden verkregen.

De genoemde beleidsdiscussie en andere ontwikkelingen geven echter ook zorgen. Dit betreft in de eerste plaats de continuïteit in de financiering, veroorzaakt enerzijds door bezuinigingen door ZWO, waardoor opnieuw geen uitbreiding van het structureel subsidie kon worden verkregen, en anderzijds door de onzekerheid ten aanzien van de voortzetting door ZWO van de extra financiering die tot en met 1988 is verkregen in het kader van het INSP. Deze financiële problemen, tezamen met de zich uitbreidende mogelijkheden tot financiering van meer toepassingsgericht onderzoek leidt ook tot zorg over de omvang van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek in relatie tot het strategisch en toepassingsgericht onderzoek bij het CWI. Tenslotte zijn belangrijke punten van zorg de aanzienlijk te kleine huisvesting en de achterstand in computer-infrastructuur ten opzichte van vergelijkbare internationale onderzoeksinstituten.

Het hier aan u gepresenteerde jaarverslag doet gedetailleerd verslag van de vele en diverse activiteiten die de Stichting Mathematisch Centrum op het gebied van het wiskunde- en informatica-onderzoek in Nederland in 1987 heeft uitgevoerd.

Tot slot van dit voorwoord past een woord van waardering voor de grote inzet van velen, binnen en buiten de Stichting, die het mogelijk hebben gemaakt datgene uit te voeren waarvan dit jaarverslag getuigt. In het bijzonder past hier ook een woord van dank aan de belangrijkste subsidiegever van de Stichting in 1987: de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO, inmiddels omgevormd tot Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek, NWO.

P.J. Zandbergen  
Voorzitter Curatorium



# Inhoud

## DEEL I ALGEMEEN VERSLAG

<i>Inleiding</i>	1
Doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum	1
Organisatie van de Stichting Mathematisch Centrum	2
<i>Algemene beschouwing</i>	3
<i>Algemeen verslag van de Stichting</i>	8
Curatorium	8
Directie	10
Wetenschapscommissie	11
Financiën	12
Personele zaken	13
Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA)	13
<i>Verslag CWI</i>	15
Interne overlegorganen	15
Externe adviesorganen	16
Verslagen van de vakadviescommissies	16
Verslag van de afdeling Zuivere Wiskunde	18
Verslag van de afdeling Toegepaste Wiskunde	19
Verslag van de afdeling Mathematische Statistiek	20
Verslag van de afdeling Mathematische Besliskunde en Systemtheorie	21
Verslag van de afdeling Numerieke Wiskunde	23
Verslag van de afdeling Programmatuur	24

Verslag van de afdeling Algoritmiek en Architectuur	26
Verslag van de afdeling Interactieve Systemen	27
Verslag van de Bibliotheek en Informatiedienst	28
Verslag van de Sector Computersystemen en Telematica	31
Verslag van de Sector Onderzoeksbeheer en Onderzoeksvoorlichting	32
Verslag van de Sector Sociaal-Economische Zaken	34
Verslag van de Sector Technische Ondersteuning	36
Overzicht van commissies, besturen e.d.	41
Computerinfrastructuur	53
<i>Verslag van de Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden</i>	54
Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde	54
Werkgemeenschap Stochastiek	55
Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie	56
Werkgemeenschap Discrete Wiskunde	58
Werkgemeenschap Analyse	59
Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde	60
Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde	60
Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica	61
<i>Bijlage 1 Jaarrekening 1987</i>	62
<b>DEEL II WETENSCHAPPELIJK VERSLAG</b>	67
<i>Inleiding</i>	69
Semiparametrische statistiek	72
Diophantische approximaties	77
<i>Algemene CWI-activiteiten</i>	81
Educatieve werkzaamheden	81
Publikaties	85
<i>Verslag van de Afdeling Zuivere Wiskunde</i>	89
Overzicht van de onderzoeksprojecten	89
Deelname in projecten van andere afdelingen	89
Wetenschappelijk verslag	90
Educatieve werkzaamheden	94
Samenwerking en consultaties	96
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	96
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	96
Bezoekers	98
Voordrachten door medewerkers	98
Publikaties	101

<i>Verslag van de afdeling Toegepaste Wiskunde</i>	104
Overzicht van de onderzoeksprojecten	104
Deelname in projecten van andere afdelingen	104
Wetenschappelijk verslag	105
Educatieve werkzaamheden	107
Samenwerking en consultaties	110
Deelname aan colloquia buiten het CWI	110
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	111
Bezoekers	112
Voordrachten door medewerkers	112
Publikaties	114
<i>Verslag van de afdeling Mathematische Statistiek</i>	117
Overzicht van de onderzoeksprojecten	117
Wetenschappelijk verslag	118
Educatieve werkzaamheden	125
Samenwerking en consultaties	127
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	129
Bezoekers	130
Voordrachten door medewerkers	130
Publikaties	131
<i>Verslag van de afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie</i>	134
Overzicht van de onderzoeksprojecten	134
Wetenschappelijk verslag	135
Educatieve werkzaamheden	143
Consultaties	146
Deelname aan colloquia en werkgroepen buiten het CWI	147
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	148
Bezoekers	150
Voordrachten door medewerkers	152
Publikaties	157
<i>Verslag van de afdeling Numerieke Wiskunde</i>	160
Overzicht van de onderzoeksprojecten	160
Deelname in projecten van andere afdelingen	160
Wetenschappelijk verslag	160
Educatieve werkzaamheden	173
Opdrachten	175
Deelname aan colloquia, werkgroepen, cursussen buiten het CWI	176
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	177
Bezoekers	178
Voordrachten door medewerkers	179
Publikaties	182



<i>Verslag van de afdeling Programmatuur</i>	186
Overzicht van de onderzoeksprojecten	186
Wetenschappelijk verslag	186
Educatieve werkzaamheden	194
Samenwerking en consultaties	199
Deelname aan colloquia, cusussen en werkgroepen buiten het CWI	200
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	201
Bezoekers	203
Voordrachten door medewerkers	204
Publikaties	207
<i>Verslag van de afdeling Algoritmiek en Architectuur</i>	212
Overzicht van de onderzoeksprojecten	212
Wetenschappelijk verslag	212
Educatieve werkzaamheden	220
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	220
Bezoekers	223
Voordrachten door medewerkers	224
Publikaties	227
<i>Verslag van de afdeling Interactieve Systemen</i>	230
Overzicht van de onderzoeksprojecten	230
Wetenschappelijk verslag	230
Educatieve werkzaamheden	237
Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.	238
Bezoekers	240
Voordrachten door medewerkers	240
Publikaties	241
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde</i>	245
Overzicht van de lopende projecten	245
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	245
Verslag van de projecten	247
Educatieve werkzaamheden	250
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Stochastiek</i>	252
Overzicht van de uitgevoerde projecten	252
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	252
Verslag van de projecten	253
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie</i>	259
Overzicht van de projecten	259
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	259
Wetenschappelijke activiteiten	260
Verslag van de projecten	261

<i>Verslag van de Werkgemeenschap Discrete Wiskunde</i>	271
Overzicht van de onderzoeksprojecten	271
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	271
Verslag van de projecten	272
Educatieve werkzaamheden en externe contacten	273
<i>Verslag van de Werkgemeenschap Analyse</i>	274
Overzicht van de uitgevoerde projecten	274
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	274
Verslag van de projecten	275
<i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde</i>	288
Overzicht van de projecten	288
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	288
Verslag van de projecten	289
<i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde</i>	298
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	298
<i>Verslag van het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica</i>	299
Overzicht van de projecten	299
Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden	299
Verslag van de projecten	300
Seminaria	302



Deel I  
Algemeen Verslag



# Inleiding

## DOELSTELLING VAN DE STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

De Stichting Mathematisch Centrum (SMC) werd op 11 februari 1946 opgericht door prof.dr. J.G. van der Corput, prof.dr. D. van Dantzig, prof.dr. J.F. Koksmā, prof.dr. H.A. Kramers, prof.dr. M.G.J. Minnaert en prof.dr.ir. J.A. Schouten.

De Stichting heeft als doel de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde in de meest ruime zin.

De Stichting tracht haar doel te bereiken, zoals uit haar statuten blijkt, enerzijds door het bevorderen van de onderlinge samenwerking der Nederlandse wiskundigen, het bevorderen van de samenwerking der Nederlandse wiskundigen met beoefenaren van andere gebieden van wetenschap, techniek en maatschappelijk leven, waarin de wiskunde wordt toegepast, het bevorderen van de samenwerking van Nederlandse wiskundigen met buitenlandse wiskundigen en beoefenaren der aangrenzende gebieden, anderzijds door het uitvoeren van wiskundig onderzoek, het leiden en begeleiden van wetenschappelijk onderzoek van jonge wiskundigen, het uitgeven en ondersteunen van wiskundige publikaties, het organiseren van cursussen, colloquia en voordrachten, het verlenen van consultaties, het uitvoeren van opdrachten, het verlenen van computerfaciliteiten, het in stand houden en uitbreiden van een bibliotheek, het instellen van werkgroepen, enz.

Een belangrijk statutair middel tot verwezenlijking van de doelstelling is het in stand houden van een instituut: het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI). Bovendien heeft de SMC als ZWO-stichting vijf Werkgemeenschappen en drie Samenwerkingsverbanden, waarvan één samen met de Stichting voor fundamenteel onderzoek der materie (FOM).

## ORGANISATIE VAN DE STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

De Stichting Mathematisch Centrum wordt bestuurd door een Curatorium, waarin de minister van Onderwijs en Wetenschappen is vertegenwoordigd. De dagelijkse leiding van de werkzaamheden van de Stichting en haar instituut berust bij de Directie. Een Wetenschapscommissie dient het Curatorium en de Directie van advies aangaande het algemene wetenschappelijk beleid.

Onder de Stichting ressorteren het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI) en acht werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden. Het CWI telt momenteel acht wetenschappelijke afdelingen en vijf ondersteunende sectoren.

Hieronder volgt een overzicht van de organisatie van de Stichting.

### *Curatorium*

#### *Directie*

#### *Wetenschapscommissie*

### *Centrum voor Wiskunde en Informatica*

- Wetenschappelijke afdelingen
  - Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
  - Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
  - Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
  - Afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie (MB)
  - Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
  - Afdeling Programmatuur (AP)
  - Afdeling Algoritmiëk en Architectuur (AA)
  - Afdeling Interactieve Systemen (IS)
- Ondersteunende sectoren
  - Bibliotheek en Informatiedienst
  - Sector Computersystemen en Telematica (CST)
  - Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting (OBV)
  - Sector Sociaal-Economische Zaken (SEZ)
  - Sector Technische Ondersteuning (STO)

### *Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden*

- Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde
- Werkgemeenschap Stochastiek
- Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie
- Werkgemeenschap Discrete Wiskunde
- Werkgemeenschap Analyse
- Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde
- Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde
- Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica

## Algemene Beschouwing

De doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum wordt verwezenlijkt, enerzijds door de coördinatie en ondersteuning van landelijk projectonderzoek op het gebied van de wiskunde, onder de naam *Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC*, anderzijds door de instandhouding van een instituut, het CWI. Voor de uitvoering van de eerste taak houdt de SMC werkgemeenschappen en samenwerkingverbanden in stand.

In het jaar 1987 heeft het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI) zich naast de uitvoering van het lopende onderzoekprogramma intensief beziggehouden met zijn toekomst. Daarvoor waren goede redenen. De extra gelden toegekend in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan van de overheid zullen na 1988 wegvallen, en het CWI meent dat de hiermee gerealiseerde uitbreiding van zijn informatica-onderzoek blijvend van aard moet worden. Anderzijds is bij deze stimulering de ontwikkeling van het wiskunde-onderzoek achtergebleven. De evenwichtige ontwikkeling van het totale onderzoek, wiskunde én informatica, verdient dan ook aandacht. Tenslotte heeft de stimulering van de informatica via diverse programma's, zowel van de Nederlandse als de Europese overheid, geleid tot een relatief grote aandacht voor strategische aspecten en samenwerking met het bedrijfsleven. Het belang daarvan is evident, doch het behoud van het karakter van het CWI als instituut voor fundamenteel onderzoek zou hierdoor op het spel kunnen staan.

Op grond van deze overwegingen stelde het CWI een Beleidsplan 1988-1993 op, waarin het beleid, met name ook gericht op bovengenoemde punten nader is uitgewerkt en waarin is aangegeven waar de prioriteiten ten aanzien van de uit te voeren onderzoeksprojecten naar verwachting zullen worden gelegd in de komende zes jaren.

Van steeds groter belang, met name voor het onderzoek, zowel in de informatica als in de wiskunde, maar ook voor de ondersteunende staf, is



voorts de beschikbaarheid van een moderne computerinfrastructuur. Ook hiervoor werd, voor dezelfde periode, een beleidsplan ontwikkeld, waarbij gebruik werd gemaakt van een advies van prof. R. Dewar van het Courant Institute of Mathematical Sciences van New York University.

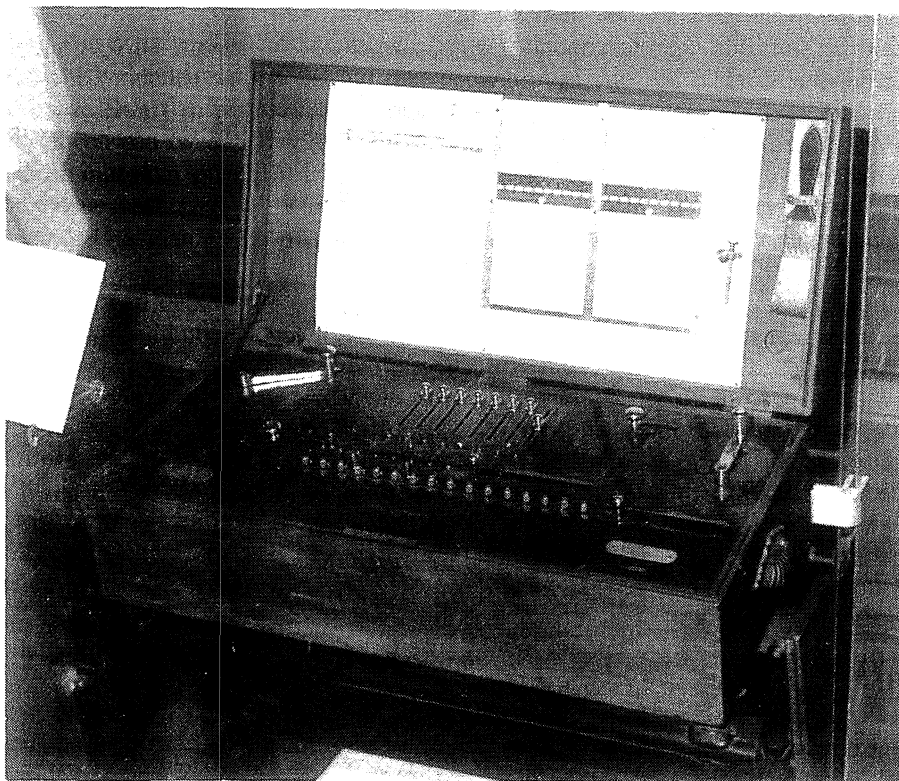
Het jaar 1987 gaf ook de gelegenheid tot een terugblik. Deze betrof de afsluitende jubileumactiviteiten ter gelegenheid van het 40-jarig bestaan van stichting en instituut. De tentoonstelling *Rekenen met Raderen* over de ontwikkeling van de rekenmachines vóór de komst van de elektronische computer, georganiseerd in samenwerking met Teylers Museum te Haarlem, trok in drie maanden (februari tot begin mei) tijd rond 15.000 bezoekers. In het Drents Museum te Assen trok de tentoonstelling half mei tot eind september ca. 20.000 bezoekers. Het in juni gehouden geschiedkundig symposium *Om de Wiskunde*, georganiseerd samen met het Landelijk Werkcontact Geschiedenis en Maatschappelijke Functie van de Wiskunde, richtte zich op de eerste jaren van het Mathematisch Centrum (zoals het CWI vóór 1983 heette) als onderdeel van de periode van wederopbouw na de oorlog. Sprekers waren onder meer de historicus prof.dr. E.H. Kossmann en de econoom prof.dr. J. Tinbergen. De ontstaansgeschiedenis en de beginjaren van het Mathematisch Centrum werden tevens behandeld in het boek *Zij mogen uiteraard daarbij de zuivere wiskunde niet verwaarlozen* onder redactie van G. Alberts, F. van der Blij en J. Nuis.

Helaas konden ook in 1987 veel voorgenomen plannen niet met het regulier ZWO-subsidie ten uitvoer worden gebracht. Op dit subsidie werden kortingen toegepast ten opzichte van 1986, terwijl de kosten niet daalden en vooral die voor het onderhouden van de computerinfrastructuur stegen. Het wiskunde-onderzoek lijdt met name onder de beperking van de ruimte binnen het regulier ZWO-subsidie, omdat anders dan voor het informatica-onderzoek, voor het wiskunde-onderzoek weinig andere subsidiebronnen toegankelijk zijn.

De Stichting steunde in 1987 40 landelijke projecten met in totaal 43 plaatsen. Hiervan zijn er 8 gestart in 1987. 8 projecten werden afgerond in het verslagjaar. De SMC steunde één project, de stichting FOM twee in het door beide stichtingen beheerde landelijk samenwerkingsverband op het gebied van de Mathematische Fysica. De gedetailleerde verslagen van de landelijke projecten worden gegeven in deel II.

De belangrijke financiële steun van ZWO aan de Stichting Mathematisch Centrum bedroeg in 1987 f 11.093.000,- ten behoeve van de exploitatie van het CWI en f 1.743.000,- ten behoeve van de Landelijke Projecten. Daarnaast droeg ZWO bij in de investeringen van het instituut voor een bedrag van f 1.650.000,- waarvan f 750.000,- ten laste kwam van de gelden die ZWO ontving van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen in het kader van het Intentioneel Apparaat Schema (IAS). In deze ZWO-steun was begrepen een bedrag van maximaal f 1.900.000,- voor de exploitatie en f 300.000,- voor de investeringen van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA). Deze bedragen betreffen mede de financiering van het computergebruik bij SARA door het CWI en door andere met ZWO gelieerde

instanties en onderzoekers die door tussenkomst van de Stichting toegang hadden tot de SARA-apparatuur. Voor nadere financiële gegevens zij verwezen naar het financieel overzicht elders in dit deel van het jaarverslag.



*Deze 'Millionaire' rekenmachine (circa 1920) was te zien op de tentoonstelling 'Rekenen met Raderen' in Teylers Museum te Haarlem. Deze tentoonstelling, gewijd aan de tijd vóór de komst van de elektronische computer, vormde een der laatste manifestaties in het kader van het 40-jarig jubileum van de SMC. Zij trok in drie maanden tijd 15.000 bezoekers en was daarna nog in het Drents Museum te Assen te bezichtigen. Met deze 'Millionaire' voerde de beroemde natuurkundige H.A. Lorentz berekeningen uit in verband met de afsluiting van de Zuiderzee. (De getoonde Millionaire is eigendom van het Laboratorium voor Technische Natuurkunde der TU Delft.) Een dergelijke machine werd door de in 1987 overleden A. van Wijngaarden (directeur Mathematisch Centrum 1961-1980) gebruikt bij de voorbereiding van zijn proefschrift in het begin der jaren veertig.*

Evenals in voorgaande jaren vond naast het regelmatig contact van Curatorium en Directie met overheidsinstanties, uitwisseling van informatie plaats met ZWO en het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, mede door vertegenwoordiging van de minister van genoemd departement in het Curatorium en door het bijwonen van de vergaderingen van dit college door de directeur van ZWO. In het bijzonder werd ook overleg gevoerd met het Directoraat-Generaal voor Hoger en Wetenschappelijk Onderwijs en het Directoraat-Generaal voor Wetenschapsbeleid van vermeld ministerie en de Directies Algemeen Industriebeleid en Algemeen Technologiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken. Contacten bestonden ook met landelijke commissies en verenigingen, zoals met de Vereniging voor Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU), de Commissie Nationale Faciliteit Informatica, de Technisch-Wetenschappelijke Adviesraad van het Stimuleringsprojectteam Informatica (SPIN), het Wiskundig Genootschap, het Nederlands Genootschap voor Informatica, de Vereniging voor Statistiek (VVS) en de Stichting Opleidingen Statistiek (SOS). Het bureau van de VVS was tot augustus 1987 en van de SOS gedurende het gehele verslagjaar gevestigd bij het CWI. Verder werd overleg gevoerd met instellingen voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs, zowel nationaal als internationaal (o.a. INRIA, GMD) betreffende mogelijkheden tot samenwerking op diverse gebieden. Door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen werden fondsen beschikbaar gesteld voor twinning tussen Franse en Nederlandse onderzoeksinstituten. Het CWI werd hierdoor in de gelegenheid gesteld de contacten met INRIA en het Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) te versterken.

Vooral de laatste jaren heeft het CWI toenemende aandacht besteed aan kennisoverdracht en kadervorming. Naast de traditionele vorm van publikaties en voordrachten is bijzondere aandacht gegeven aan samenwerking met het bedrijfsleven en de grote technische instituten, en aan de commercialisering van CWI-kennis. In 1987 werden twee door Shell in het voorgaande jaar aangeboden fellowships vervuld. Invulling werd gegeven aan de tezamen met de Universiteit van Amsterdam en de Vrije Universiteit gesloten raamovereenkomst met IBM. In diverse extern gefinancierde projecten (ESPRIT, SPIN, IOP, STW) wordt samengewerkt met bedrijven en instellingen in binnen- en buitenland, zoals Philips, PTT-DNL, BSO, NLR, Siemens, INRIA en andere. Daarnaast verwierf de afdeling NW een belangrijke opdracht in het kader van het ESA-HERMES-project. Ten aanzien van het EUROMATH-project werd tegen het einde van het jaar zekerheid verkregen over de subsidiëring door de Europese Commissie. Naar verwachting zullen de werkzaamheden daarvoor vroeg in 1988 kunnen beginnen. Met verschillende bedrijven is overleg gaande over mogelijkheden tot samenwerking.

De onder auspiciën van het CWI in 1986 opgerichte raamorganisatie 'Frontiers in Information Technology' (FIT) steunde de organisatie van de conferentie *Frontiers in Computing* in december in Amsterdam.

Tenslotte verdient vermelding het regelmatig contact met de Gemeente Amsterdam en met de instellingen binnen het verband van het

Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW). Ondermeer wordt overleg gevoerd over een gezamenlijk beleidsplan en over de opzet van een bedrijvencentrum en 'science park' WCW.

Over de relaties met SARA wordt gerapporteerd in een aparte paragraaf in het Algemeen Verslag, deel I.

De relatie met de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION), waarvan het bureau is gevestigd bij het CWI, verdient aparte vermelding. SION is betrokken bij de ontwikkeling en uitvoering van het beleid van het CWI op het gebied van de informatica. Daartoe is in het verleden op bestuursniveau een Vaste Overlegcommissie SMC-SION ingesteld die adviseert over zaken van gezamenlijk belang op bestuursniveau. De benoeming van leden van de Adviescommissie voor Informatica geschiedt op voordracht van SION. De discussie over de relatie tussen SION en SMC kwam in 1987 opnieuw in de aandacht door een verzoek van ZWO om samengaan van beide stichtingen te overwegen. SION heeft hierop in eerste instantie afwijzend gereageerd. De definitieve besluitvorming hierover is nog niet afgerond.

De SMC verrichtte ook in 1987 veel ondersteunend werk ten behoeve van derden. Nadere details hierover kunnen worden gevonden in de gedetailleerde verslagen van de betreffende ondersteunende sectoren.

Binnen de Sighting functioneert een Ondernemingsraad. Van de activiteiten van dit orgaan wordt vanaf dit jaar nog uitsluitend verslag gedaan in het Sociaal Jaarverslag van de Stichting. Dit geldt ook voor het verslag over diverse personeelsregelingen.

Tenslotte zij vermeld de droeve gebeurtenis van het overlijden op 7 februari 1987 van prof.dr.ir. A. van Wijngaarden, directeur van de SMC gedurende 1961-1980. In het Jaarverslag 1986 werd aan hem een In Memoriam gewijd waarin de grote erkentelijkheid werd uitgesproken voor alles, wat deze wiskundige en informaticus voor het Mathematisch Centrum en voor de wetenschappelijke wereld gedaan heeft.

## Algemeen Verslag van de Stichting

### CURATORIUM

De samenstelling van het Curatorium onderging in 1987 geen wijzigingen, zodat het op 31 december als volgt was samengesteld:

prof.dr.ir. P.J. Zandbergen	voorzitter
prof.dr. W.T. van Est	plv. voorzitter
prof.dr. P. de Wolf	secretaris-penningmeester
prof.dr. A. van der Sluis	plv. secretaris-penningmeester
dr. G. Nieuwpoort	vertegenwoordiger Minister O&W
prof.dr. G.A. Blaauw	
prof.drs. B.K. Brussaard	
ir. W.A. Koumans	
ir. W. Loeve	
prof.dr. T.A. Springer	

Dr. J.C.P. Bus trad op als ambtelijk secretaris. Van twee der curatoren, t.w. Loeve en Springer, verstreek in 1987 de benoemingstermijn. Zij werden herbenoemd voor een periode van drie jaar.

Het Curatorium kwam in het verslagjaar drie maal met de Directie in vergadering bijeen: op 16 februari, 12 mei en 28 oktober.

Het Dagelijks Bestuur van het Curatorium (bestaande uit voorzitter, secretaris-penningmeester en hun vervangers) vergaderde met de Directie in 1987 vijf maal: 15 januari, 3 april, 25 juni, 24 september en 10 december.

Belangrijke onderwerpen van bespreking waren de volgende:

- het rapport van de Stuurgroep Herbezinning ZWO;
- de Externe beoordeling Voorwaardelijke Financiering;
- de adviesstructuur van de Stichting. Dit betrof zowel de functie van de

- vakadviescommissies als een mogelijk in te stellen Adviesraad;
- de totstandkoming van het Software Engineering Research Centrum, met steun van SPIN, en de verhouding van het CWI tot dit door overheid en bedrijfsleven gesteunde centrum;
- de Directiestructuur: de plannen tot uitbreiding van de Directie met een derde directeur konden in het verslagjaar niet worden verwezenlijkt;
- de Beleidsnota CWI 1988-1993 en de hierover uitgebrachte adviezen van de adviesorganen van de Stichting en van SION. Deze nota kwam tot stand met het oog op het aflopen, eind 1988, van het subsidie dat door de overheid in het kader van het Informatica-Stimuleringsplan (INSP) aan het CWI wordt verstrekt;
- het Beleidsplan Computervoorzieningen. Deze nota geeft aan, mede in het kader van het vaststellen van het algemene meerjarenbeleid voor het CWI, op welke wijze de Stichting de computerinfrastructuur van het instituut denkt te moeten verbeteren. In dit kader werden ook voorstellen voor financiering binnen het Intentioneel Apparatuur Schema (IAS) ontwikkeld;
- de Beleidsbegroting 1989, meerjarenraming 1990-1993, welke ten aanzien van het CWI werd gebaseerd op de Beleidsnota en het Beleidsplan Computervoorzieningen;
- de Bestedingsbegroting 1988 en het daaraan ten grondslag liggende Wetenschappelijk Programma 1988/Meerjarenplan 1989-1993, de adviezen van de Wetenschapscommissie in deze en het overleg aangaande de financiering met de ZWO-gebiedsraad i.o. Exacte Wetenschappen;
- de verslaglegging, zowel wetenschappelijk als financieel, van de Stichting;
- het aflopende stimuleringssubsidie van de overheid in het kader van het INSP en de mede in dit kader door ZWO voorgenomen evaluatie van het CWI;
- de relatie met SION en het functioneren van de Vaste Overlegcommissie SMC-SION;
- personele zaken: aanstellingen, en benoemingen o.a. van een chef voor de sector Computersystemen en Telematica;
- externe contacten en de relatie van het CWI met universiteiten en bedrijfsleven.

Elders in dit jaarverslag, bijvoorbeeld in de Algemene Beschouwing, wordt nader op sommige van deze onderwerpen ingegaan.

De vergaderingen van het Curatorium werden bijgewoond door de directeur van ZWO, dr. H.J. van der Molen.

Prof.dr. G. de Leve trad ook in het verslagjaar op als beleidsadviseur van Curatorium en Directie, met name waar het betreft de contacten met overheid en bedrijfsleven.

**DIRECTIE**

De samenstelling van de Directie ondervond in het verslagjaar geen wijziging. Zij bestond op 31 december 1987 derhalve uit:

prof.dr. P.C. Baayen	wetenschappelijk directeur
drs. F.J.M. Barning	adjunct-directeur
drs. J. Nuis	directeur beheerszaken

Naast de dagelijkse leiding over het instituut, het CWI, bestond de taak van de Directie onder meer uit de voorbereiding van beleid en besluitvorming van het Curatorium, alsmede uit de nadere uitwerking en uitvoering van het door dit bestuurslichaam vastgestelde algemene beleid. Dit gold zowel voor het CWI als voor de landelijke werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden die op het gebied van de wiskunde in ZWO-verband onder de SMC als Nederlandse Stichting voor de Wiskunde sedert 1981 ressorteren en opereren.

Wat het CWI betreft werd de Directie bij haar uitvoerende taak ter zijde gestaan door het Managementteam, waarvan naast de Directie de sectorhoofden deel uitmaakten. Daarnaast vond voor de bedrijfsvoering geregeld overleg plaats met onder meer de in 1986 ingestelde interne overlegorganen op het gebied van beleid en beheer en met de hoofden van de wetenschappelijke afdelingen en van de ondersteunende sectoren, alsook met de beleidsadviseur prof.dr. G. de Leve.

In het bijzonder ten aanzien van het onderzoeksbeleid (CWI en landelijk) vond ook overleg plaats met de Wetenschapscommissie onder meer bij de behandeling van het Wetenschappelijk Programma van de Stichting. Tevens dient in dit verband te worden genoemd het contact met de ZWO-stichting i.o. SION, met name met betrekking tot de onderzoeksplannen van het CWI op het gebied van de informatica.

In de voorbereiding van de plannen t.a.v. het onderzoeksbeleid en die in het kader van de kennisoverdracht had de sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting een groot aandeel. Bij zaken op het gebied van personeel en financiën en van computervoorzieningen waren in het bijzonder de sectoren Sociaal-Economische Zaken en Technische Ondersteuning en Computersystemen en Telematica die de helpende hand boden.

De administratieve ondersteuning van de Directie werd verzorgd door het directiesecretariaat. De samenstelling hiervan onderging geen wijziging. Wel was het ook in 1987 noodzakelijk door ziekte uitzendkrachten in te schakelen.

Van in aanmerking komende onderwerpen werd ook in het verslagjaar kennisgeving gedaan aan het personeel via onder meer de *Mededelingen Directie*, van welk orgaan in 1987 drie afleveringen verschenen. In december 1987 werd aan deze interne annoncering een bredere opzet gegeven.

Extern werd met diverse instanties en functionarissen uit de kring van rijk en gemeente, wetenschap en onderwijs, bedrijfsleven en industrie, contact onderhouden, nationaal zowel als internationaal. Wat het laatste facet betreft verdienen hier vermelding de bezoeken die de wetenschappelijk directeur in het verslagjaar bracht aan IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 14-15 mei en INRIA, Sophia Antipolis, Frankrijk, 17-18 november.

Het contact met de Ondernemingsraad vond in directieverband plaats via de directeur beheerszaken. De periodiek plaatsvindende overleg-vergaderingen werden tevens bijgewoond door de adjunct-directeur en die waarin de bespreking van de algemene gang van zaken aan de orde kwamen, door een der curatoren. Ook was het Curatorium vertegenwoordigd bij de aan de vergaderingen van het Curatorium voorafgaande bespreking van Directie en OR van de agenda van deze vergadering.

Met de directies van de andere vestigingen in het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW) vond geregeld overleg plaats over zaken van gemeenschappelijk belang. Aan de orde kwamen onderwerpen als:

- de verbetering van het openbaar vervoer naar en van het WCW;
- de organisatie van Open Dagen;
- de uitwerking van de plannen voor de vestiging van een bedrijfsverzamelgebouw;
- de verdere uitbouw van het WCW-datacommunicatienetwerk;
- de vervanging van de PCB-bevattende transformatoren op het WCW en de betonrenovatie van de gebouwen van NIKHEF-H, CWI en SARA;
- de herziening van de verdeelsleutels voor de berekening van de vergoedingen voor gebruik gemeenschappelijke voorzieningen.

Door interne verschuivingen, deling van kamers en het in huur betrekken van een lokaliteit slaagde men erin noodoplossingen te treffen voor de steeds nijpender wordende ruimtenood binnen het CWI. Het moge ook hier worden benadrukt, dat alleen aangrenzende nieuwbouw de oplossing zal kunnen bieden voor het lenigen van de nood. Een programma van eisen daartoe werd eind 1986 bij ZWO ingediend. In verband met de nieuwbouwplannen van instituten op het WCW en in verband met plannen op langere termijn functioneert de door de gemeente Amsterdam ingestelde *Werkgroep Ontwikkelingsplan WCW*, waarvan de directeur beheerszaken lid is.

De ontwikkelingen die het CWI de laatste jaren doormaakt vereisten verdere aanpassing van de organisatie, met name ook die in directieverband. Het lag in de bedoeling in de loop van 1987 uitvoering te geven aan de invoering van een overeengekomen, aan de eisen des tijds meer aangepaste nieuwe directie-structuur. Door tegenslag ondervonden bij de kaderwerving moest echter van de plannen voorlopig worden afgezien.

Voor verdere zaken in directieverband bijvoorbeeld uit hoofde van zitting in commissies en besturen, wordt verwezen naar elders in dit jaarverslag.

#### WETENSCHAPSCOMMISSIE

De Wetenschapscommissie bestond op 31 december 1987 uit de volgende personen:

prof.dr. J.F.A.K. van Benthem  
 prof.dr. O. Diekmann



prof.dr. L.F.M. de Haan  
 prof.dr.ir. H. Kwakernaak  
 prof.dr. J.K. Lenstra  
 prof.dr.ir. L.A. Peletier  
 prof.dr. M. van der Put  
 prof.dr. A. Schrijver  
 prof.dr. E.G.F. Thomas  
 prof.dr. R. Tijdeman  
 prof.dr. G.W. Veltkamp, vice-voorzitter  
 prof.dr. W.R. van Zwet, voorzitter  
 benevens met raadgevende stem:  
 prof.dr. P.C. Baayen, wetenschappelijk directeur SMC  
 prof.dr. J.H. van Lint, namens de NCW  
 en als secretaris: dr. J.C.P. Bus

Prof.dr. H.W. Lenstra, Jr., prof.dr. A.S. Troelstra en prof.dr. J.H. van Lint traden af als gewone leden van de Wetenschapscommissie. Als nieuwe leden traden in oktober toe prof.dr. J.F.A.K. van Benthem en prof.dr. A. Schrijver. Prof.dr. J.H. van Lint nam als voorzitter van de Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW) van de KNAW en het WG met raadgevende stem deel aan de vergaderingen.

Het Dagelijks Bestuur van de Wetenschapscommissie werd gevormd door prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter), prof.dr. G.W. Veltkamp (vice-voorzitter), H.J.M. Wijers (secretaris, tot 1 april), dr. J.C.P. Bus (secretaris, vanaf 1 april waarbij ondersteund door drs. A.R. Kloost vanaf 1 augustus).

De Wetenschapscommissie kwam in het verslagjaar eenmaal bijeen en wel op 7 oktober. Deze vergadering werd bijgewoond door dr. H. Weijma (ZWO), dr. N.J. Kos (ZWO) en prof.dr. T.A. Springer (namens het Curatorium van de Stichting).

Deze vergadering was voornamelijk gewijd aan de advisering betreffende de beoordeling en priorering van de projectaanvragen in het kader van de Nederlandse Stichting van de Wiskunde. In totaal werden 32 continueringaanvragen ingediend, die alle voor honorering werden voorgedragen. Daarnaast werd geadviseerd tot honorering met hoge prioriteit van tien nieuwe aanvragen, uit in totaal 20 nieuwe projectaanvragen. Vier aanvragen werden tevens honorabel, doch wegens beperkte financiële ruimte van lagere urgentie geacht.

De Wetenschapscommissie besteedde eveneens aandacht aan de voortgang van de lopende projecten.

#### FINANCIËN

Door het accountantskantoor Van Dien & Co is een afzonderlijk rapport uitgebracht over de financieel-administratieve verantwoording inzake het boekjaar 1986. In bijlage 1 van deel I zijn van toelichting voorziene samenvattingen opgenomen van de definitieve balans en de rekeningen van baten en lasten (gewone en buitengewone dienst) over de boekjaren 1987 en 1986.

## PERSONELE ZAKEN

In 1986 is naast het algemeen jaarverslag van de Stichting een eerste proeve van een Sociaal Jaarverslag uitgebracht. In 1987 is dit in nauw overleg met de Ondernemingsraad (OR) verder vorm gegeven en is - om dubblures te voorkomen - besloten dat over personele aangelegenheden slechts in het Sociaal Jaarverslag van de Stichting gerapporteerd zal worden.

Met betrekking tot de bij de afdelingen werkzame personen wordt u verwezen naar het verslag van de diverse afdelingen.

## STICHTING ACADEMISCH REKENCENTRUM AMSTERDAM (SARA)

De Universiteit van Amsterdam (UvA), de Vrije Universiteit (VU) en de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) zijn de drie stichters van SARA. De computerfaciliteiten van SARA staan in de eerste plaats ter beschikking van de drie stichters, met uitzondering van de supercomputer, die is opgezet als landelijke voorziening.

Via de SMC maakt niet alleen het bijbehorende onderzoeksinstituut CWI gebruik van SARA, maar ook de FOM-instituten Plasmafysica Rijnhuizen, NIKHEF-H, NIKHEF-K en AMOLF en de bureaus van ZWO, FOM en KNAW. Van de drie stichters is de SMC de kleinste gebruiker van SARA.

Het CWI zelf bezit een aantal minicomputersystemen en werkstations, die worden gebruikt voor ontwikkelingswerk en onderzoek waarvoor specifieke apparatuur nodig is. Het produktiewerk van het CWI gebeurt voor zover mogelijk op SARA-apparatuur.

In 1987 zijn bij SARA de twee CDC computersystemen Cyber 750 en het systeem voor de administratieve automatisering IBM-4381 tot tevredenheid in gebruik geweest. De continuering van de door *Werkgroep Supercomputers* tot stand gebrachte landelijke financieringsregeling zorgde voor een nagenoeg volledige bezetting van de supercomputer Cyber 205.

### Gebruik Cyber 750 en Cyber 990 in MSE (Miljoen SysteemEenheden)

	1987	1986
CWI	7,73	6,16
FOM-instituten	9,96	13,63
totaal	17,69	19,79

1987 was voor SARA een turbulent jaar met name door de komst van twee nieuwe mainframes, een Cyber 990 van CDC en een IBM 3090-180, als uitvloeisel van het twee sporen beleid. Daarbij werd één van de twee Cybers 750 voorlopig nog in bedrijf gehouden. In juli kon de Cyber 990 en in augustus de IBM-3090 in gebruik worden genomen. Voor de installatie van deze systemen met bijbehorende programmatuur is veel werk verzet en het geheel is door SARA op adequate wijze uitgevoerd. Inmiddels is ook de nodige documentatie vervaardigd, op basis waarvan de (verdere) introductie van deze faciliteiten bij de (nieuwe) gebruikers plaats kan gaan vinden.

De komst van deze nieuwe apparatuur maakte een wijziging met ingang van

1988 noodzakelijk van het financiële verrekeningssysteem tussen de drie stichters van SARA. Omdat de Stichters op een zeer uiteenlopende wijze van de verschillende diensten gebruik (zullen gaan) maken was de SMC er voorstander van om de kosten van de verschillende diensten daarbij te gaan onderscheiden. Dit standpunt werd, onder meer om financiële redenen, door de UvA en de VU niet onderschreven, zodat vanaf 1988 gewerkt gaat worden met een verrekeningssysteem waarbij de verschillende kosten niet worden onderscheiden.

De pc-winkel van SARA werd in de loop van het jaar overgenomen door NIAMCO B.V.

In de tweede helft van het jaar vond de uitbreiding plaats van de supercomputer Cyber 205 tot vectorpijpen en 4 M woorden geheugen. Naar verwachting zal SARA het externe gebruik gaan coördineren van de NEC-SX2 supercomputer, die begin 1988 door het NLR in productie wordt genomen.

In de laatste maanden van 1987 heeft IBM zich in het kader van een stimuleringsprogramma geïnteresseerd getoond in een uitbreiding van de net geïnstalleerde IBM-3090 met een vectorpijp.

De financiële mogelijkheden voor 1988 van de UvA, een groot pleitbezorger van het tweesporenbeleid, bleken eind 1987 dusdanig te zijn, dat de SARA-begroting 1988 slechts met veel moeite sluitend kon worden gemaakt. Verder zijn er signalen, dat voor de komende jaren de financiële beperkingen van de UvA dusdanig zijn, dat een structureel beraad over de consequenties voor SARA noodzakelijk zal zijn.

Voor een overzicht van de SMC-vertegenwoordigers in het SARA-bestuur en in SARA-commissies wordt verwezen naar het Overzicht van commissies, besturen e.d.

# Verslag CWI

## INTERNE OVERLEGORGANEN

De interne overlegstructuur, die sinds 1 januari 1986 functioneert, is in het verslagjaar niet belangrijk gewijzigd.

Het *Overleg Beleidszaken* kwam in de regel maandelijks bijeen. Hieraan namen deel: de wetenschappelijk directeur als voorzitter, de directeur beheerszaken, de chefs van de wetenschappelijke afdelingen, de chefs van de sectoren CST en OBV (de laatste als secretaris). De overige sectorchefs namen aan de besprekingen deel voorzover voor hun werkzaamheden van belang.

Het *Managementteam*, in 1987 bestaande uit de directie en de chefs van de sectoren OBV (als secretaris), SEZ (die een deel van de periode het secretariaat heeft waargenomen) en STO, vergaderde in het algemeen om de veertien dagen. Het voorzitterschap werd vervuld door de wetenschappelijk directeur.

Maandelijks, met enkele uitzonderingen, werd het *Overleg Beheerszaken* gehouden onder het voorzitterschap van de directeur beheerszaken. De chef SEZ voerde het secretariaat. Aan dit overleg namen vertegenwoordigers (chefs of souchefs) deel van de wetenschappelijke afdelingen en sectoren.

Ter stimulering van de contacten met het bedrijfsleven functioneerde de *Adviesgroep CWI*. Het voorzitterschap hiervan werd vervuld door G. de Leve. J.C.P. Bus vervulde het secretariaat daarin bijgestaan door mw. M.Y. van der Heijden (OBV). De leden waren: M. Hazewinkel (ZW), N.M. Temme (TW), R.D. Gill (MS), J.M. Anthonisse (MB), J. Kok (NW), P.J.F. Lucas (AP), M.L. Kersten (AA), P.J.W. ten Hagen (IS), F. Bakker (STO) en H.M. Nieland (OBV, vanaf augustus).

Ter bespreking van het beleid computervoorzieningen en de uitvoering ervan functioneerde het *Overleg Computervoorzieningen*, waaraan deelnamen de directie en vertegenwoordigers van alle afdelingen en sectoren. De directeur

beheerszaken vervulde het voorzitterschap en de chef STO het secretariaat.

Voor samenstelling en verslag van de *Bibliotheekcommissie* wordt verwezen naar het verslag van de Bibliotheek en Informatiedienst.

De *Stuurgroep Kantoorautomatisering* bestaande uit de chefs van de sectoren CST, OBV, SEZ en STO, de laatste als voorzitter, kwam bijeen ter bespreking van de voortgang van automatisering ten behoeve van de administratieve en financiële ondersteuning in het algemeen en van het management in het bijzonder.

#### EXTERNE ADVIESORGANEN

In 1987 werd voor de eerste maal een 'visiting committee' samengesteld ter evaluatie van een deel van het onderzoek bij het CWI. Ditmaal betrof het het onderzoek op het gebied van de Statistiek, Stochastiek en Systeemtheorie. De commissie bestond uit: prof.dr. O.E. Barndorff-Nielsen (Aarhus Univ. Denemarken), prof.dr. C.C. Heyde (Australian Nat. Univ. Australië), prof.dr. P. Varaya (Univ. of Calif. Berkeley), prof.dr. J.C. Willems (RU Groningen) en prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter, RU Leiden). De commissie bezocht het CWI gedurende de week van 21 tot en met 25 september en bracht advies uit aan de directie.

Het overleg met SION vond plaats in de Vaste Overlegcommissie SMC-SION. Hiervan maakten deel uit: prof.dr.ir. R.T. Boute, prof.dr. R.P. van de Riet en prof.dr. A.A. Verrijn Stuart, allen namens SION, en prof.dr. A. van der Sluis (voorzitter) en P.C. Baayen namens de SMC. Als uitvoerend secretaris trad op J.C.P. Bus.

In 1987 is met vrucht gebruik gemaakt van de adviezen van de vakadviescommissies. Samenstelling en korte verslagen van deze commissies worden hieronder gegeven. De formele positie van de vakadviescommissies is in de loop van het verslagjaar aangepast, in die zin dat zij adviseren aan de afdelingsleiding en directie betreffende het wetenschappelijk beleid.

#### VERSLAGEN VAN DE VAKADVIESCOMMISSIES

##### *Adviescommissie voor de Zuivere Wiskunde*

##### *Samenstelling*

prof.dr. G. van Dijk	RU Leiden
prof.dr. J.J. Duistermaat	RU Utrecht
prof.dr. E.J.N. Looijenga	KU Nijmegen/Universiteit van Amsterdam
prof.dr. E.G.F. Thomas	RU Groningen

*Verslag van de werkzaamheden.* In het verslagjaar heeft de commissie niet vergaderd. Wel is er informeel schriftelijk en/of mondeling overleg van de afdelingsleiding met diverse leden van de commissie geweest.

*Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde*

*Samenstelling*

dr. A. van Harten	Rijkswaterstaat/RU Utrecht (voorzitter)
dr. N.M. Temme	CWI (secretaris)
prof.dr. A.O.H. Axelsson	KU Nijmegen
prof.dr. J. Boersma	TU Eindhoven
prof.dr. E.M. de Jager	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. M.N. Spijker	RU Leiden

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie voor de afdelingen TW en NW kwam dit jaar bijeen in oktober. Er werd aandacht besteed aan het lopende afdelingsonderzoek en de personele aangelegenheden. Daarnaast werd de beleidsnota van het CWI besproken en hierover werd een aantal adviezen geformuleerd.

*Adviescommissie voor Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening*

*Samenstelling*

prof.dr. J. Oosterhoff	VU Amsterdam (voorzitter)
prof.dr. W. Albers	RU Limburg
prof.dr. M.S. Keane	TU Delft
dr. J.P.M. de Kroon	Philips Eindhoven
prof.dr. F.H. Ruymgaart	KU Nijmegen
prof.dr. J.Th. Runnenburg	Universiteit van Amsterdam
prof.dr.ir. J.H.A. de Smit	Universiteit Twente

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar bijeen op 22 oktober. Tijdens deze vergadering besprak de commissie het jaarverslag 1986 en het Wetenschappelijk Programma 1987/Meerjarenplan 1989-1993 van de afdeling MS.

*Adviescommissie voor Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie*

*Samenstelling*

prof.dr. H.C. Tijms	VU Amsterdam
prof.dr. P. van Beek	LU Wageningen
prof.dr.ir. M.L.J. Hautus	TU Eindhoven
prof.dr. G.J. Olsder	TU Delft
prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan	EU Rotterdam
prof.dr. J. Wessels	TU Eindhoven

*Verslag van de werkzaamheden.* Per 1 januari zijn de naam, de samenstelling en de taak van de commissie gewijzigd. Haar taak is de directie en de afdeling, in het bijzonder de projectleiders, te adviseren over het beleid van de afdeling. Hierbij dient vooral aandacht te worden geschonken aan de strategie van het beleid. De commissie kwam in het verslagjaar bijeen op 19 november. Zij wisselde van gedachten over de ontwikkelingen in en rond de afdeling en besprak het Wetenschappelijk Programma 1988 en het concept 'Beleidsnota 1988-1993'.

### *Adviescommissie voor Informatica*

#### *Samenstelling*

prof.dr.ir A.J.W. Duijvestijn	Universiteit Twente (voorzitter)
prof.dr. P.M.G. Apers	Universiteit Twente
drs. R.H. Bourgonjon	AT&T en Philips Telecommunicatie Bedrijven BV
prof. C.H.A. Koster	KU Nijmegen
dr. A.J. Nijman	Philips Nat. Lab., Eindhoven
G.A.M. Otten	Database Consultants Europe BV, Amsterdam
prof.dr. M. Rem	TU Eindhoven
prof.dr. G. Rozenberg	RU Leiden

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar éénmaal bijeen, op 20 oktober. Besproken werd het concept 'Beleidsnota 1988-1993'.

### VERSLAG VAN DE AFDELING ZUIVERE WISKUNDE

#### *Samenstelling*

prof.dr. M. Hazewinkel (chef)	[ZW 3, MB 3]
dr. J. de Vries (souschef)	[ZW 4]
dr. H. den Boer (wet. medew.)	[ZW 1]
drs. J.T.M. van Bon (wet. medew.)	[ZW 1]
ir. J.N.E. Bos (wet. medew.)	[ZW 1]
G. Brassard (gastmedew., 8 juni- medio dec.)	[ZW 1]
prof.dr. A.E. Brouwer (wet. medew.)	[ZW 1]
dr. D. Chaum (wet. medew.)	[ZW 1]
dr. A.M. Cohen (wet. medew.)	[ZW 1]
I. Damgård (gastmedew., 1 maart- 31 aug.)	[ZW 1]
dr. J.H. Evertse (wet. medew.)	[ZW 1]
drs. J.A.M. van de Graaf (wet. medew., tot 1 april)	[ZW 1]
dr. T.H. Koornwinder (wet. medew.)	[ZW 2]
dr. J. van de Lune, Ph.D (wet. medew.)	[ZW 2]
S.F. Mjølshes (gastmedew., februari, april en vanaf 15 juni)	[ZW 1]
B. Neven (stagiair, 15 juni- 20 sept.)	[ZW 1]

dr. S.N.M. Ruijsenaars (wet. medew.)	[ZW 3]
drs. G.C.M. Ruitenburg (wet. medew.)	[ZW 2]
drs. J.K. Scholma (wet. medew.)	[ZW 3]
drs. R. Sommeling (wet. medew.)	[ZW 1]

mw. W.E.G. van Eijk	secretaresse
mw. M. Mitrovič	secretaresse

### *Algemeen*

Met ingang van 1 oktober kreeg J.H. Evertse voor 2/5 van de werktijd een aanstelling aan de RU Leiden; voor de overige 3/5 bleef hij aan de afdeling verbonden.

Evenals vorig jaar was A.M. Cohen voor één dag per week verbonden aan de RU Utrecht en T.H. Koornwinder voor twee dagen per week gedurende de eerste helft van het jaar aan de RU Leiden. Gedurende het academisch jaar 1987-88 is laatstgenoemde gasthoogleraar aan de Katholieke Universiteit van Leuven (België); in het kader daarvan verbleef hij in de periode september-december één dag per week in Leuven.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

ZW 1 Discrete wiskunde en Cryptografie.

ZW 2 Analyse.

ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica.

ZW 4 Dynamische systemen.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE

### *Samenstelling*

prof.dr. H.A. Lauwerier (chef)	[TW 3]
dr. N.M. Temme (souschef)	[TW 2, 4]
prof.dr. O. Diekmann (wet. medew.)	[TW 3]
drs. B. Dijkhuis (wet. medew.)	[TW 2]
prof.dr. P.P.B. Eggermont (gastmedew., vanaf 1 sept.)	[TW 4]
mw. dr. A. Grabosch (gastmedew., vanaf 1 nov.)	[TW 3]
ir. J.A.P. Heesterbeek (wet. assistent)	[TW 3]
dr.ir. H.J.A.M. Heijmans (wet. medew.)	[TW 3, 4]
B. de Kerf (wet. assistent, tot 1 nov.)	[TW 2]
prof.dr. J.A.J. Metz (adviseur)	[TW 3]
dr. J.B.T.M. Roerdink (wet. medew.)	[TW 1, 4]
ir. H.N.M. Roozen (wet. medew.)	[TW 1]
prof. K.E. Schuler (gastmedew., van 1 tot 25 sept.)	[TW 1]



mw. prof. K. Soni (gastmedew., van 18 maart tot 6 juni)	[TW 2]
prof. R.P. Soni (gastmedew., van 18 maart tot 6 juni)	[TW 2]
drs. H.E. de Swart (wet. medew., tot 1 sept., STW)	[TW 1]
drs. M. Zwaan (wet. medew., vanaf 1 maart)	[TW 4]

mw. W.E.G. van Eijk

secretaresse

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde. Dr.ir. J. Grasman (RU Utrecht) trad op als begeleider voor het onderzoek in het deelproject Stochastische populatiedynamica [TW 1.2].

Drs. H.E. de Swart (STW-medewerker) trad in dienst bij de RU Utrecht.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen.

TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse.

TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica.

TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING MATHEMATISCHE STATISTIEK

### *Samenstelling*

prof.dr. R.D. Gill (chef)	[MS 1, 3, 4]
dr. R. Helmers (souschef)	[MS 1, 3]
drs. L.G. Barendregt (wet. medew., vanaf 1 mei, TNO)	[MS 4]
dr. H.C.P. Berbee (wet. medew.)	[MS 2]
drs. A.L.M. Dekkers (wet. medew.)	[MS 1]
dr. K.O. Dzhaparidze (wet. medew.)	[MS 1, 2]
mw.dr. S.A. van de Geer (wet. medew.)	[MS 3]
prof.dr. P. Groeneboom (adviseur)	[MS 2]
prof.dr. L.F.M. de Haan (adviseur)	[MS 1]
mw.drs. C.C. Heesterman (wet. medew., tot 1 aug.)	[MS 1]
drs. A. Hoogendoorn (wet. medew.)	[MS 3]
dr. R.A. Moyeed (gastmedew., van 1 mei t/m 30 juni)	[MS 4]
mw. G. van Osta (stagiair)	[MS 3]
drs. A.P. van der Plas (wet. medew., tot 1 aug.)	[MS 3]
mw. M.J. Rottschäfer (wet. assistent)	[MS 4]
prof.dr. S. Tardif (gastmedew., vanaf 1 aug.)	[MS 1]
prof.dr. W. Vervaat (gastmedew., vanaf 1 okt.)	[MS 4]

drs. E.A.G. Weits (wet. medew.)

[MS 2]

mw. L.M. Schultze (vanaf 16 maart)

secretaresse

mw. G.K.C. van Sloterdijk (tot 1 febr.)

secretaresse

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening.

In de week van 21 t/m 25 september bezocht een internationale Evaluatiecommissie voor Statistiek, Stochastiek en Systeemtheorie het CWI. De commissie was als volgt samengesteld: prof.dr. O.E. Barndorff-Nielsen (Aarhus), prof.dr. C.C. Heyde (Canberra), prof.dr. P. Varaiya (Berkeley), prof.dr.ir. J.C. Willems (Groningen) en prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter, Leiden). De commissie beoordeelde het onderzoek op het terrein van de statistiek, waarschijnlijkheidsrekening en systeemtheorie op het CWI. De commissie heeft aanbevelingen gedaan t.a.v. het wetenschappelijk onderzoek van de afdeling.

Prof.dr. R.D. Gill hield op 20 februari zijn inaugurele rede aan de RU Leiden, getiteld *Gemiste kansen*. Op 30 september promoveerde mw. S.A. van de Geer aan de RU Leiden op een proefschrift, getiteld *Regression Analysis and Empirical Processes*; promotoren waren prof.dr. W.R. van Zwet en prof.dr. R.D. Gill.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

MS 1 Semiparametrische statistiek.

MS 2 Stochastische processen.

MS 3 Toegepaste statistiek.

MS 4 Analyse en (re)constructie van beelden.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING MATHEMATISCHE BESLIJKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

### *Samenstelling*

prof.dr. J.K. Lenstra (chef)

[MB 1]

J.M. Anthonisse (wet. medew.)

[MB 1]

drs. J.L. van den Berg (wet. medew.)

[MB 2]

prof.dr.ir. O.J. Boxma (wet. medew.)

[MB 2]

prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)

[MB 2]

dr. M. Desrochers (gastmedew., tot 1 sept.)

[MB 1]

prof.dr. F.A. van der Duyn Schouten (wet. medew., vanaf 1 aug.)	[MB 2]
drs. W.P. Groenendijk (wet. medew.)	[MB 2]
(prof.dr. M. Hazewinkel (chef ZW))	[MB 3]
mw. J. Hendriks (stagiair, van 1 mei tot 1 nov.)	[MB 1]
drs. J.A. Hoogeveen (wet. medew., vanaf 1 aug., NFI)	[MB 1]
drs. B.J.B.M. Lageweg (wet. medew.)	[MB 1]
dr. J.W. Polderman (wet. medew., tot 1 sept.)	[MB 3]
drs. M.W.P. Savelsbergh (wet. medew., vanaf 1 nov. Shell fellow)	[MB 1]
prof.dr. A. Schrijver (wet. medew.)	[MB 1]
dr.ir. J.H. van Schuppen (wet. medew.)	[MB 3]
prof.dr. J.M. Schumacher (wet. medew.)	[MB 3]
ir. S.A. Smulders (wet. medew., STW)	[MB 3]
dr. P.J.C. Spreij (wet. medew., tot 1 april)	[MB 3]
dipl. math. M. Stöhr (gedetacheerd, tot 1 aug.)	[MB 3]
drs. S.L. van de Velde (wet. medew., NFI)	[MB 1]
drs. B. Veltman (wet. medew., vanaf 1 dec.)	[MB 1]
ir. P.R. de Waal (wet. medew., STW)	[MB 3]
mw. L.M. Schultze (vanaf 16 maart)	secretaresse
mw. G.K.C. van Sloterdijk (tot 1 febr.)	secretaresse

### Algemeen

Bij de planning en evaluatie van het onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie.

Op 27 oktober ontving prof.dr. A. Schrijver de 1986 Lanchester Prize van de Operations Research Society of America voor zijn boek *Theory of Linear and Integer Programming*.

De aanstelling van prof.dr. J.K. Lenstra als hoogleraar aan de KU Brabant voor één dag per week werd per 1 september beëindigd. Per 1 oktober werd hij benoemd tot hoogleraar aan de EU Rotterdam voor anderhalve dag per week.

Per 1 september aanvaardde drs. M.W.P. Savelsbergh een aanstelling als universitair docent aan de EU Rotterdam voor één dag per week.

Dr.ir. O.J. Boxma werd per 1 augustus benoemd tot hoogleraar aan de KU Brabant voor één dag per week.

Op 30 oktober promoveerde P.J.C. Spreij aan de Universiteit Twente op een proefschrift, getiteld *Counting Process Systems: Identification and Stochastic Realization*; promotor was prof.dr.ir. H. Kwakernaak, dr.ir. J.H. van Schuppen was assistent-promotor. Op 20 november promoveerde J.W. Polderman aan de RU Groningen op een proefschrift, getiteld *Adaptive Control and Identification: Control or Conflux?*; promotor was prof.dr.ir. J.C. Willems, dr.ir. J.H. van Schuppen was referent.

Dr. J.M. Schumacher werd per 1 december benoemd tot hoogleraar aan de KU Brabant voor één dag per week.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

MB 1 Combinatorische optimalisering.

MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken.

MB 3 Systeem- en regeltheorie.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING NUMERIEKE WISKUNDE

*Samenstelling*

prof.dr. P.J. van der Houwen (chef)	[NW 1]
dr.ir. H.J.J. te Riele (souschef)	[NW 3, 4]
M. Bergman (wet. assistent)	[NW 4]
mw.drs. J.G. Blom (programmeur)	[NW 1, 4]
mw. C.B.M Boon (stagiair, tot 1 maart)	[NW 1]
drs. E.D. de Goede (wet. medew.)	[NW 1, 4]
dr. P.W. Hemker (wet. medew.)	[NW 2, 4]
dr. W.H. Hundsdorfer (wet. medew.)	[NW 1]
drs. J. Kok (wet. medew.)	[NW 4]
ir. B. Koren (wet. medew., tot 1 juli STW)	[NW 2]
W.M. Lioen (programmeur)	[NW 3, 4]
mw.drs. M. Louter-Nool (programmeur)	[NW 1, 4]
H. Meckering (stagiair, vanaf 1 sept.)	[NW 1]
G. Pontrelli (stagiair, van 1 maart tot 1 okt.)	[NW 1]
drs. J.J.F.M. Schlichting (wet. medew., CDC)	[NW 4]
B.P. Sommeijer (programmeur)	[NW 1, 4]
dr.ir. S.P. Spekrijse (wet. medew., tot 1 okt.)	[NW 2]
ir. J.H.M. ten Thije Boonkamp (wet. medew.)	[NW 1]
dr. J.G. Verwer (wet. medew.)	[NW 1]
prof.dr. H.A. van der Vorst (adviseur)	[NW 4]
prof.dr.ir. P. Wesseling (adviseur)	[NW 2]
D.T. Winter (programmeur)	[NW 3, 4]
dr.ir. F.W. Wubs (wet. medew., tot 1 sept., STW)	[NW 1, 4]
drs. P.M. de Zeeuw (programmeur)	[NW 2, 4]
drs. P. Zegeling (wet. medew., vanaf 1 sept., STW)	[NW 1]
mw. W.E.G. van Eijk	secretaresse

*Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde.

P.W. Hemker werd voor 0.1 van de werktijd onbetaald verlof verleend voor het vervullen van een adviseurschap bij Philips te Eindhoven. P.W. Hemker was voor 0.1 deeltijd werkzaam voor de RU Utrecht, waar hij o.a. een caputcollege numerieke wiskunde (multiroostermethoden, randwaardeproblemen en numerieke stromingsleer) verzorgde.

Op 21 oktober promoveerde F.W. Wubs aan de Universiteit van Amsterdam op een proefschrift, getiteld *Numerical Solution of the Shallow-Water Equations*; promotor was prof.dr. P.J. van der Houwen. S.P. Spekreijse promoveerde op 5 november aan de TU Delft op een proefschrift, getiteld *Multigrid Solution of the Steady Euler Equations*; promotor was prof.dr.ir. P. Wesseling.

F.W. Wubs trad per 1 september in dienst van de RU Groningen. S.P. Spekreijse trad per 1 oktober in dienst van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium.

B. Koren sloot op 30 juni het STW-project *Efficiënte technieken voor de stationaire Euler-vergelijkingen* met succes af, en startte per 1 juli het project *Numeriek stromingsleer-onderzoek t.b.v. het Europese ruimtevaartuig Hermes*, dat gefinancierd wordt door de European Space Agency (ESA).

#### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen.
- NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen.
- NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer.
- NW 4 Numerieke programmatuur.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

#### VERSLAG VAN DE AFDELING PROGRAMMATUUR

##### *Samenstelling*

prof.dr. J.W. de Bakker (chef)	[AP 1]
prof.dr. K.R. Apt (projectleider, vanaf 1 maart)	[AP 6]
prof.dr. J.A. Bergstra (adviseur)	[AP 2, 3]
dr. M. Bezem (wet. medew.)	[AP 5]
drs. F.S. de Boer (wet. medew.)	[AP 1]
drs. R.N. Bol (wet. medew., vanaf 1 okt.)	[AP 6]
drs. N.W.P. van Diepen (wet. medew.)	[AP 3]
drs. M.H.H. van Dijk (wet. medew., BSO, vanaf 15 nov.)	[AP 3]
drs. A. Eliëns (wet. medew.)	[AP 5]
J. van Elst (stagiair, van 1 april tot 1 juli)	[AP 5]
dr. P. van Emde Boas (adviseur, vanaf 1 okt.)	[AP 5, 6]
mw.ir. L.C. van der Gaag (wet. medew.)	[AP 5]
drs. R.J. van Glabbeek (wet. medew.)	[AP 2]

drs. H.J.M. Goeman (wet. medew., RU Leiden, tot 31 dec.)	[AP 2]
J. Heering (wet. medew.)	[AP 3]
M.A.C. Heerink (stagiair, van 1 april tot 1 juli)	[AP 5]
drs. P.R.H. Hendriks (wet. medew.)	[AP 3]
M.C.L. Kempenaar (stagiair, vanaf 1 juli)	[AP 5]
prof.dr. P. Klint (projectleider)	[AP 3]
prof.dr. J.W. Klop (projectleider)	[AP 2]
drs. J.N. Kok (wet. medew., SION)	[AP 1]
H.W. Lenferink (wet. assistent, tot 15 april)	[AP 5]
mw.drs. M.H. Logger (wet. medew., BSO, tot 31 dec.)	[AP 3]
drs. P.J.F. Lucas (projectleider)	[AP 5]
drs. J.C. Mulder (wet. medew., vanaf 1 jan.)	[AP 2]
drs. J. Rekers (wet. medew.)	[AP 3]
drs. J.M. Rukkers (wet. medew., vanaf 1 okt.)	[AP 5]
drs. J.J.M.M. Rutten (wet. medew.)	[AP 1]
M. Teunisse (wet. assistent, vanaf 15 aug.)	[AP 5]
drs. F.W. Vaandrager (wet. medew.)	[AP 2]
drs. W.P. Weijland (wet. medew., vanaf 1 aug.)	[AP 2]

mw. L. Vasmel-Kaarsemaker

secretaresse

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Van september tot december was prof.dr. K.R. Apt als hoogleraar verbonden aan de Universiteit van Texas, afdeling Informatica, te Austin. Prof.dr. J.W. de Bakker en prof.dr. J.W. Klop zijn tevens verbonden aan de Vrije Universiteit Amsterdam, als buitengewoon hoogleraar in de Informatica resp. Toegepaste Logica. Prof.dr. P. Klint is buitengewoon hoogleraar in de Informatica aan de Universiteit van Amsterdam.

Drs. P.J.F. Lucas en drs. F.W. Vaandrager verzorgden ieder een college aan de Universiteit van Amsterdam, vakgroep Informatica.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

AP 1 Concurrency.

AP 2 Formele specificatiemethoden.

AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen.

AP 5 Expertsystemen.

AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING ALGORITMIEK EN ARCHITECTUUR

*Samenstelling*

prof. L.G.L.T. Meertens (chef)	[AA 3, 5]
S.E. Advokaat (stagiair, tot 1 april)	[AA 4]
drs. C.A. van den Berg (wet. medew., vanaf 16 maart)	[AA 4]
D.T. van den Bergh (stagiair, van 16 maart tot 1 juni)	[AA 4]
H.W.K. Boenink (stagiair, tot 1 febr.)	[AA 3]
E.D.G. Boeve (stagiair, tot 6 sept.)	[AA 2]
H. van het Bolscher (stagiair, vanaf 24 aug.)	[AA 3]
drs. F. van Dijk (programmeur)	[AA 3]
dr.ir. J.C. Ebergen (wet. medew., tot 1 nov.)	[AA 5]
I. Elshoff M.Sc. (gastmedew., van 1 juni tot 15 nov.)	[AA 2]
L.J.M. Geurts (wet. medew.)	[AA 3]
T.A. de Goede (stagiair, van 1 febr. tot sept.)	[AA 3]
J.C. van der Heide (stagiair, vanaf 1 okt.)	[AA 3]
A.J. Jansen (programmeur)	[AA 3]
M.J. de Jong (stagiair, van 1 febr. tot 1 juli)	[AA 3]
dr. M.L. Kersten (wet. medew.)	[AA 4]
prof.dr. L.M. Kirousis (gastmedew., tot 1 juli)	[AA 1]
dr. E. Kranakis (wet. medew.)	[AA 1]
drs. T.J.G. Krijnen (programmeur)	[AA 3]
prof.dr. A.K. Lenstra (gastmedew., tot 28 febr.)	[AA 1]
F. Lim (stagiair, vanaf 24 aug.)	[AA 3]
drs. C. van der Meer (wet. medew., tot 1 maart)	[AA 4]
dr. S.J. Mullender (wet. medew.)	[AA 2]
H. Nijbacker (stagiair, tot 1 febr.)	[AA 3]
S. Pemberton B.A. (wet. medew.)	[AA 3]
M.R. Roorda (stagiair, tot 1 febr.)	[AA 3]
drs. G. van Rossum (wet. medew.)	[AA 2, 3]
P.J. van Scherpenseel (stagiair, van 16 maart tot 16 juni)	[AA 2]
drs. F.H. Schippers (wet. medew.)	[AA 4]
I. Shizgal M.Sc. (wet. medew.)	[AA 2]
drs. A.P.J.M. Siebes (wet. medew.)	[AA 4]
mw. J.G. Steiner B.A. (programmeur, tot 1 juli)	[AA 2]
H. Tempelman (stagiair, tot 1 febr.)	[AA 3]
R.C.G.M. ten Teye (stagiair, van 16 maart tot 1 juni)	[AA 4]
J.F.L. Vermeulen (stagiair, van 16 maart tot 16 juni)	[AA 2]
prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (wet. medew.)	[AA 1]
K.S. Yap M.Sc. (gastmedew., vanaf 3 nov.)	[AA 2]

mw. M.W.A. Hegt

secretaresse

*Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Prof. L.G.L.T. Meertens was tevens als hoogleraar verbonden aan de TU Delft tot 1 september en met ingang van diezelfde datum aan de RU Utrecht, eveneens als hoogleraar. Gedurende het verslagjaar trad hij tevens op als chef ad interim van de sector Computersystemen en Telematica.

Dr. M.L. Kersten is als universitair hoofddocent voor 0,2 f.t.e. in dienst bij de VU Amsterdam.

Dr. S.J. Mullender heeft tot 1 maart als gastonderzoeker gewerkt bij het Systems Research Center van Digital Equipment Corporation in Palo Alto, Californië. M.i.v. 1 september verblijft hij afwisselend één maand aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica en één maand aan het Computer Laboratory van de University of Cambridge, UK.

Dr.ir. P.M.B. Vitányi werd in september benoemd tot hoogleraar Theoretische Informatica aan de faculteit Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- AA 1 Complexiteit en algoritmen.
- AA 2 Gedistribueerde systemen.
- AA 3 ABC.
- AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen.
- AA 5 Constructieve algoritmiëk.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING INTERACTIEVE SYSTEMEN

*Samenstelling*

drs. P.J.W. ten Hagen (chef)	[IS 1,2,3,4,5]
dr. V. Akman (wet. medew.)	[IS 4]
prof.dr. F. Arbab (gastmedew., van 3 tot 28 aug.)	[IS 4]
R.J. van Bavel (stagiair, vanaf 1 nov.)	[IS 2]
dr. P. Bernus (gastmedew.)	[IS 4]
drs. C.L. Blom (wet. medew.)	[IS 2]
M. van Dijk (wet. assistent, vanaf 1 maart)	[IS 1]
drs. W. Eshuis (wet. medew.)	[IS 5]
drs. J.A. Kaandorp (wet. medew., tot 31 mei)	[IS 1]
drs. A.A.M. Kuijk (wet. medew.)	[IS 1,2]
R. van Liere (programmeur)	[IS 3]
mw. M.M. Megens (stagiair, van 1 febr. t/m 31 dec.)	[IS 4]



ir. J.L.H. Rogier (wet. medew., TNO-ITI)	[IS 4]
drs. M.M. de Ruiter (wet. medew.)	[IS 1]
mw. Zs. Ruttkay (gastmedew., maand april)	[IS 4]
drs. H.J. Schouten (wet. medew.)	[IS 2,3]
dr. T. Tomiyama (wet. medew., tot 30 juni)	[IS 4]
mw.ir. C.G. Trienekens (wet. medew., STW)	[IS 1]
drs. P.J. Veerkamp (wet. medew.)	[IS 1,4]
E.J. Weijers (stagiair, vanaf 16 febr.)	[IS 4]
R. Willemsen (stagiair, vanaf 1 nov.)	[IS 2]

mw. M.W.A. Hegt

secretaresse

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- IS 1 Computer-grafiek.
- IS 2 Gebruikersinterfaces.
- IS 3 Dialoogprogrammering.
- IS 4 Intelligente CAD-systemen.
- IS 5 Gebruikersbesturingssystemen.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE BIBLIOTHEEK EN INFORMATIEDIENST

### *Samenstelling*

drs. F.A. Roos	bibliothecaris
mw. K.J. van Hemert	assistent
mw. E.J. Herweijer	medewerker
mw. Th. de Hoog (vanaf 1 april)	assistent
mw. C.G.J. Klompen (tot 31 maart)	assistent
H.A. Meyer	medewerker
mw. A.L. Ong	medewerker
R.M. van Rooijen	medewerker
mw. drs. J. Sterringa	medewerker
H.W. Stoffel	medewerker
S.I. Thé (tot 30 september)	informatiemedewerker

### *Algemeen*

In het verslagjaar kwam de Bibliotheekcommissie (samenstelling per 1 januari: prof.dr. H.A. Lauwerier (voorzitter), mw. ir. L.C. van der Gaag (AP), dr. R. Helmers (MS), drs. B.J. Lageweg (MB), dr.ir. H.J.J. te Riele (NW), dr. N.M. Temme (TW) en dr. J. de Vries (ZW)) zes maal bijeen. Aan de orde kwamen onder meer de kastplaatsing van tabellen en de opvolging van de informatiemedewerker.

De vergaderingen werden door de bibliothecaris bijgewoond; mw. J. Sterringa trad op als notuliste.

De wetenschappelijke afdelingen gaven advies inzake de aanschaf van boeken en van abonnementen op tijdschriften. Daarnaast verleenden zij medewerking bij het classificeren van de nieuwe boeken. De herindeling van de ZW-collectie is afgerond. In het kader van de herindeling rest er nog de omzetting van een aantal andere werken, tabellen en publikaties in het Russisch. Wegens ziekte is in de behandeling hiervan vertraging opgetreden. Data-entry (STO) verzorgde een belangrijk deel van de invoer van nieuwe rapporten in het rapportenbestand.

In het verslagjaar ontving de bibliotheek een schenking van boeken uit het bezit van wijlen prof.dr.ir. A. van Wijngaarden, oud-directeur van het MC.

Omdat er bij de open kastplaatsing van de gebonden tijdschriftenjaargangen grote knelpunten ontstonden (door normale aanwas, alsmede door een toegenomen aantal titels), is een aantal tijdschriften naar de magazijnen verhuisd. Het benutten van de daardoor beschikbaar gekomen ruimte ten behoeve van de open kastplaatsing ging gepaard met een grote doorschuifoperatie.

De eerste rapportenseries zijn in het verslagjaar in het kader van het microfilmproject door een servicebureau op microfilm gezet. Voor het teruglezen (en eventueel afdrucken) is aangeschaft een microfilm reader/printer met snelle retrieval-mogelijkheid (AGFA LK 16B).

In het kader van de verdere automatisering van de bibliotheek is een door STO vervaardigd prototype van een geautomatiseerde tijdschriften-administratie gereedgekomen gebaseerd op het INGRES-software-pakket.

Met de TU Eindhoven en de KU Brabant zijn door mw. A.L. Ong en de bibliothecaris drs. F.A. Roos besprekingen gevoerd over vormen van samenwerking.

Evenals in het vorige verslagjaar werden de volgende activiteiten gecontinueerd:

- de verzorging van ruil van wiskundige publikaties tussen de wiskundige instituten in Nederland (en België). In totaal werden 309 (v.j. 374) rapporten en andere publikaties gedistribueerd;
- de uitgave van de door de Bibliotheek verzorgde aanwinstenlijsten van boeken en rapporten (AW- en AR-series);
- het houden van een tentoonstelling van boeken en tijdschriften tijdens de Vakantie cursus voor leraren te Eindhoven en Amsterdam. Dit werd gerealiseerd in samenwerking met de bibliotheek van het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam, alsmede enkele boekhandelaren en uitgevers.

Via het interbibliothecair leenverkeer zijn 3936 aanvragen (v.j. 3278) binnengekomen, waarvan er 2282 (v.j. 1884) gehonoreerd konden worden. Van de aanvragen die niet gehonoreerd konden worden bleken 769 items (nog) niet aanwezig te zijn in de collectie. Daarnaast werden aan de bezoekers van buiten het CWI 1522 titels (v.j. 1393) uitgeleend en aan eigen medewerkers 1780 titels (v.j. 1799).

De informatiemedewerker S.I. Thé was ingeschakeld bij de informatieverzorging ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek. De dienstverlening werd geruime tijd waargenomen door R.M. van Rooijen. Bij de informatieverzorging werd gebruik gemaakt van moderne auto-dial-up-apparatuur voor het automatisch in contact treden met externe databases. Het aantal te raadplegen databases werd gedurende het verslagjaar belangrijk uitgebreid. In het verslagjaar zijn 30 (57 in 1986) opdrachten uitgevoerd.

De collectie van de bibliotheek werd uitgebreid met 1215 boeken (v.j. 1072), 6566 rapporten (v.j. 5891) en 61 nieuwe tijdschriftenabbonementen (v.j. 82), waarvan er 18 door ruil werden verworven. Hiervan behoort een aantal titels tot de lopende WG-tijdschriftencollectie, die op het CWI is ondergebracht. Enkele nieuwe tijdschrifttitels zijn:

- Applied artificial intelligence (Hemisphere, Washington)
- Artificial intelligence abstracts (Blackwell, Oxford)
- Facta universitatis. Series: Mathematics and informatics (Univ. of Niš, Niš)
- IEEE Network (IEEE, New York)
- International journal of approximate reasoning (Elsevier, New York)
- International journal of computer vision (Kluwer, Boston)
- International journal of pattern recognition and artificial intelligence (World Scientific, Singapore)
- International journal of supercomputer applications (MIT Press, Cambridge MA)
- The journal of supercomputing (Kluwer, Boston)
- K-theory (Reidel, Dordrecht)
- Mathematical engineering in industry (VNU Sciences Press, Utrecht)
- Post Script language journal (Pipeline Associates, Parsipanny)
- Probability in the engineering and informational sciences (Cambridge U.P., New York)
- Revue d'intelligence artificielle (Hermès, Paris)
- Stochastic hydrology and hydraulics (Springer, Berlin)
- World Unix & C (Springer, New York)

Mw. A.L. Ong bezocht op 23 en 24 juni het lustrumcongres ter gelegenheid van het 75-jarig bestaan van de Nederlandse Vereniging van Bibliothecarissen in Noordwijkerhout. Op 8 december bezocht F.A. Roos een door SURF, samenwerkingsorganisatie computerdienstverlening voor hoger onderwijs en onderzoek, georganiseerd symposium in Delft.

Aan de bijeenkomsten van de *Werkgroep PAD* (Programmatuur, Apparatuur

en Datatransmissie) van de Vereniging van Online Gebruikers In Nederland (VOGIN) werd door F.A. Roos deelgenomen.

S.I. Thé maakte na bijna 22 jaar waarvan ruim 13 als bibliothecaris zich te hebben ingezet voor de Bibliotheek en Informatiedienst, op 30 september gebruik van de mogelijkheid tot vrijwillige uittreding.

## VERSLAG VAN DE SECTOR COMPUTERSYSTEMEN EN TELEMATICA

### *Samenstelling*

prof. L.G.L.T. Meertens	chef ad interim
J.N. Akkerhuis	programmeur
P. Beertema	programmeur
mw. D.L. Draper	programmeur
E. Gronke	programmeur
A.C. IJsselstein	programmeur
D. Karrenberg (vanaf 1 februari)	programmeur
F. Kuiper	programmeur
mw. C. Orange	programmeur
F.M. Rahmani	programmeur
mw. C. Pelder	secretaresse

### *Algemeen*

De taak van de sector Computersystemen en Telematica (CST) is zorg te dragen voor en ondersteuning te geven bij aankoop, installatie, ontwikkeling en onderhoud van computersystemen voor ontwikkelingswerk en onderzoek van het CWI. Door deze diversiteit aan taken heeft CST zowel een ondersteunende als een onderzoekstaak (het laatste betreft vooral de ontwikkeling van operating systems, netwerkvoorzieningen en tekstverwerkingsfaciliteiten).

Prof. L.G.L.T. Meertens (chef AA) trad in 1987 op als chef ad interim van CST. Een nieuwe sectorchef zal per 1 januari 1988 in dienst treden.

### *Aandachtsgebieden*

De hoofdgebieden van aandacht van de sector waren:

Ontwikkeling en analyse van operating systemen.

Wide area networks.

Tekstverwerking (intern en extern gebruik).

Microcomputersystemen.

### *Werkzaamheden*

E. Gronke gaf leiding aan een groep die UNIX 4.3BSD omzette naar de Harris HCX-7 pipelined processor en ontwikkelde faciliteiten t.b.v. diverse CWI-onderzoekprojecten.

J.N. Akkerhuis zette de werkzaamheden voort om de tekstverwerkingsfaciliteiten in een UNIX-omgeving te verbeteren; hij publiceerde artikelen in conferentie-proceedings en evalueerde met D.T. Winter (NW) een

implementatie van UNIX op een groot mainframe bij SARA.

P. Beertema en D. Karrenberg verzorgden EUnetwerkfaciliteiten zodat het CWI haar positie als belangrijk knooppunt binnen EUnet en tussen EUnet en verscheidene internationale netwerken handhaafde.

Mw. D.L. Draper verrichtte onderzoek in het kader van het internationale project Euromath betreffende de ontwikkeling van tekstmanipulatie en gedistribueerde toegangsfaciliteiten voor mathematische documentatie. L.G.L.T. Meertens trad op als projectleider voor het CWI-aandeel in Euromath.

VERSLAG VAN DE SECTOR ONDERZOEKSBEHEER EN -VOORLICHTING  
Gedurende het verslagjaar was de Sector als volgt samengesteld:

dr. J.C.P. Bus	chef en uitvoerend secretaris SION
mw. D.C.M. Amende-Konijn	medewerker
mw. A.C. Baanders	medewerker
mw. C.E. Both (tot 1 november)	medewerker
mw. W.E.G. van Eijk	secretaresse ZW, TW en NW
mw. C. Goedhart (vanaf 1 juni)	documentalist
mw. M.W.A. Hegt	secretaresse AA en IS
mw.mr.drs. M.Y. van der Heijden	stafmedewerker
drs. A.R. Kloost (vanaf 1 augustus)	stafmedewerker
mw. N. Mitrovič	secretaresse chef ZW
dr. H.M. Nieland	stafmedewerker
mw. C. Pelder	secretaresse CST, SEZ, STO
mw. L.M. Schultze (vanaf 16 maart)	secretaresse MS en MB
mw. G.K.C. van Sloterdijck (tot 1 feb.)	secretaresse MS en MB
mw. J.E.M. Smal (tot 1 mei)	documentalist
C.E. Thomson	medewerker
mw. L. Vasmel	secretaresse AP
V.P.M. Verheul (tot 1 juni)	stagiair
mw. G. Vink-Boom (vanaf 16 januari)	secretaresse OBV
H.J.M. Wijers (tot 1 april)	stafmedewerker

Daarnaast werd de positie van secretaresse ten behoeve van de chef gedurende het jaar vervuld door uitzendkrachten.

In de werkzaamheden van de sector OBV kan men verschillende taakgroepen onderscheiden. De sector verzorgt de begeleiding van beoordeling en uitvoering van de landelijke projecten van de Stichting, alsmede het bureau van de Stichting i.o Informatica-Onderzoek in Nederland (SION). Dit betreft tevens de ondersteuning van de Werkgemeenschappen en Landelijke Samenwerkingsverbanden van zowel de SMC als SION. Ook de beleidsvoorbereiding, en de begrotingsvoorbereiding en -bewaking voor de Landelijke Projecten SMC en voor SION behoren tot dit takenpakket.

Een tweede taak betreft de wetenschapsvoorlichting en -presentatie. Hierbij hoort het werk ten behoeve van de jaarlijks terugkerende publikaties zoals de Beleidsbegroting, het Jaarverslag, het Annual Report en het Wetenschappelijk

Programma/Meerjarenplan. Het tijdige verschijnen van de jaarverslagen en een nieuwe opzet van het Annual Report hadden hierbij grote aandacht. De wetenschapsvoorlichting behelsde natuurlijk ook de berichtgeving over de CWI-activiteiten via persberichten en artikelen. In *Natuur en Techniek* 87/11 verscheen een artikel van Nieland (samen met W.P. Groenendijk, afdeling MB): *Wachten: de wiskunde van ergernis*. In *WIN*, de eigen serie artikelen voor de pers verscheen een artikel over de toepassing van knopentheorie bij biologische processen. In *NRC Handelsblad* verscheen van de hand van journalist H. Cohen een artikel naar aanleiding van het onder leiding van Van Schuppen (MB) uitgevoerde STW-project 'Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen'. Nadere activiteiten betreffende voorlichting en PR zijn de ondersteuning bij de organisatie van de tentoonstelling in het Teylers Museum (Haarlem): 'Rekenen met raderen', diverse seminars en presentaties van het CWI, de Open Dag WCW welke bijzonder veel publiek trok in 1987, interne berichtgeving, zoals de opzet van 'Mededelingenblad Personeel CWI' en interne advisering.

Een derde belangrijke taak is de stafondersteuning aan directie en bestuur, alsmede de ondersteuning bij opzet en beheer van samenwerkingsprojecten met het bedrijfsleven. Veel aandacht in dit verband is in 1987 gegeven aan de opzet van de Beleidsnota CWI. Daarnaast werd in het kader van een stage-opdracht een rapport 'Ontwerp van een informatiesysteem' afgerond. Blijvend werd aandacht gegeven aan de versterking van de contacten met overheidsorganisaties, grote technische instituten en TNO, en met het bedrijfsleven. Hierbij hoort ook de opstelling van contracten en licenties en andere zaken van juridische aard.

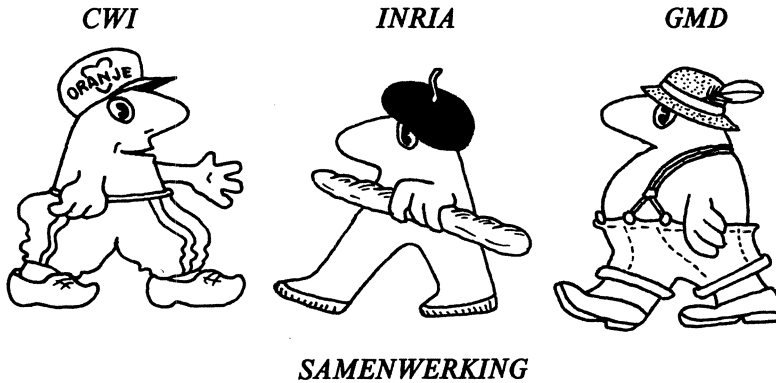
De verzorging van de secretariële ondersteuning van de afdelingen door detachering van secretaresses en coördinatie van hun werkzaamheden is eveneens een taak van OBV. Dit geldt ook de secretariële ondersteuning van diverse besturen en commissies. Zo verzorgde de chef OBV gedurende het verslagjaar het uitvoerend secretariaat van het Curatorium, alsmede het secretariaat van het Overleg Beleidszaken en het Managementteam. Van diverse andere commissies en groepen werd het secretariaat door medewerkers van OBV verzorgd.

Organisatorische en administratieve ondersteuning bij de organisatie van cursussen, symposia, congressen werd gegeven door een speciaal daartoe aangestelde OBV-medewerkster, doch ook de verschillende afdelingssecretaresses verleenden hieraan hun medewerking. Het secretariaat van de Vereniging voor Statistiek (VVS) en de Stichting Opleidingen Statistiek (SOS) werd door mw. Baanders verzorgd. De werkzaamheden voor de VVS werden per 1 augustus beëindigd.

Tenslotte werd de verkoop en distributie van door het CWI verzorgde publikaties, alsmede een aantal werkzaamheden t.b.v. het secretariaat van het Wiskundig Genootschap en de redactie van de Mededelingen van het WG verzorgd door OBV.

In het verslagjaar bracht Bus werkbezoeken aan zusterinstellingen in Frankrijk, INRIA te Parijs, en West-Duitsland, GMD te Bonn, alsmede aan Siemens (München) in verband met de uitvoering van het ESPRIT-project

DIAMOND. Hij nam deel aan het SION-congres: *Computer Science in the Netherlands* op 2 en 3 november in Amsterdam en aan de conferentie *Frontiers in Computing* op 8, 9 en 10 december in Amsterdam, alsmede aan de bijeenkomsten van de Informatica-Sociëteit. Tenslotte nam hij deel aan de MOC-cursus *Hoe verkoopt de wetenschapper zijn kennis* op 26 en 27 maart, de NOVI-conferentie: *De haalbaarheid van Informatieplanning* op 15 mei in Amsterdam en de *ESPRIT Technical Week* op 28 t/m 30 september in Brussel. Tezamen met IOS B.V. te Amsterdam en Wedgwood & Co te Londen en met steun van de Europese Commissie verzorgde Bus de totstandkoming van de *Information Technology Atlas - Europe*, die werd uitgegeven bij North-Holland, Amsterdam. Mw. van der Heijden nam deel aan de PAO-cursussen *Contracten maken voor beginners* in het voorjaar en *Contracten maken voor gevorderden* in het najaar. Tevens bezocht zij het Kluwer-Seminar: *Actuele bescherming van computersoftware en chips* op 8 mei.



## VERSLAG VAN DE SECTOR SOCIAAL-ECONOMISCHE ZAKEN

### Samenstelling

drs. G.F.C. Hardeveld Kleuver (chef)	
mw. M. Beemer	[CD]
mw. A.K. van den Berg	[PD]
H.G. van den Berg	[FD]
mw. E. Binnenmarsch-Nagtegaal	[CD]
E. de Boer	[FD]
mw. M.I. Braxhoofden-Lieuwen	[CD]
mw. I. Breed (tot 1 juni)	[CD]
mw. J.A. Breij-Vermeulen (tot 15 september)	[FD]
T.A.C. van Campenhout (hoofd)	[CD]
mw. J.H. van Dijk-Groesbeek (vanaf 1 februari)	[CD]
mw. A.W. van Doren-Hoegen (tot 1 november)	[CD]
R.J.B. Heerenveen	[CD]

mw. G.H.A. Hemminga-Meijer	[CD]
P.W. den Hertog	[PD]
mw. M. Koot-de Groot (vanaf 1 oktober)	[CD]
W.J. Mol (hoofd)	[FD]
R. Mos (tot 15 februari)	[CD]
mw. M.C. Principaal-la Bast (vanaf 1 februari)	[FD]
G.M.A. Reniers	[PD]
R.A. Resin (vanaf 1 februari)	[CD]
J.T. Schlepers	[FD]
mw. M.H.W. Seveke-Bloedjes	[FD]
mw. M. Steehouder-van Nigtevegt	[CD]
 mw. C. Pelder (vanaf 1 januari)	 secretaresse

### *Algemeen*

Deze sector is verantwoordelijk voor het financieel beheer en de personele en civiele zaken van de Stichting en het instituut.

In 1987 is met name aandacht besteed aan de verbetering van de coördinatie en verhoging van de efficiëntie van de werkzaamheden die door de drie diensten t.w. de Financiële Dienst, de Personeelsdienst en de Civiele Dienst werden verricht.

Het verschaffen van de voor het beleid en het beheer benodigde middelen en informatie heeft daarbij prioriteit gekregen.

### *Financiële Dienst*

De Financiële Dienst (FD) voerde de administratie van alle financiële zaken en de daarmee samenhangende correspondentie van de SMC en het CWI en de gemeenschappelijke voorzieningen van het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW). Tot het takenpakket behoorden ook het verzorgen van de inkoop van goederen en diensten en het materieelbeheer.

Verder had de dienst een belangrijk aandeel in het opstellen van begrotingen, de jaarlijkse rekening en verantwoording, en in het uitvoeren van een aantal financiële analyses gedurende het verslagjaar. Ook behoorde tot de taakvervulling de administratief-financiële begeleiding van het wetenschappelijk onderzoek en de opdrachten voor derden alsmede de voorbereiding en de afwikkeling van bezoeken van personeelsleden aan binnen- en buitenlandse conferenties, congressen, cursussen, etc. in samenwerking met de Personeelsdienst. Bij de uitvoering van deze taken werd veelvuldig gebruik gemaakt van de beschikbare computerfaciliteiten.

Op 1 februari werd als gevolg van een interne overplaatsing mw. M.C. Principaal-la Bast aan de dienst toegevoegd.



*Personeelsdienst*

De Personeelsdienst (PD) was belast met behartiging van de personele zaken en de daaraan verbonden administratie en correspondentie en werd ook ingeschakeld bij de opstelling van de begroting van de personele lasten. Bij de uitvoering van enkele taakonderdelen werd gebruik gemaakt van de beschikbare computerfaciliteiten. De automatische verwerking van de salarissen werd verzorgd met medewerking van Centraal Beheer-CEA.

De aan de pensioenverzekeringen bij Centraal Beheer Pensioenverzekering en bij het Algemeen Burgelijk Pensioenfonds verbonden administratie en correspondentie werd eveneens door de Personeelsdienst verzorgd. Tevens verleende de Personeelsdienst bemiddeling bij de ontvangst en huisvesting van buitenlandse gasten.

*Civiele Dienst*

De taken van de Civiele Dienst (CD) vallen in een drietal onderdelen uiteen, t.w. het beheer van het gebouw, de receptie en de kantine (WCW-taak). Het beheer van het gebouw omvat het toezicht houden op en de verzorging van het gebouw. Hiertoe behoren o.a. het verrichten van kleine onderhoudswerkzaamheden, het beheer van zalen, magazijnen en kantoorartikelen, alsmede de postverwerking. In 1987 is door de vele personele mutaties binnen het CWI veel tijd besteed aan de toewijzing van kamerruimten aan medewerkers. De schoonmaak van het gebouw was evenals vorige jaren uitbesteed aan een schoonmaakbedrijf.

De receptie verzorgde inkomende en uitgaande interlokale en internationale telefoongesprekken en verleende haar diensten bij de ontvangst van bezoekers. Deze werkzaamheden, evenals het verzorgen van uitgaande post, het versturen van telexberichten en het verlenen van assistentie bij voorkomende administratieve werkzaamheden worden door een drietal dames in parttime dienst uitgevoerd.

De kantine is een gemeenschappelijke voorziening voor het WCW-complex. De medewerkers/sters verzorgen de maaltijdverstrekking, recepties en lunches voor de WCW-partners, evenals de koffie- en theeronden voor het CWI. Ook droeg men zorg voor de diverse automaten die in het CWI staan opgesteld. De exploitatie van de kantine is in handen van het CWI.

## VERSLAG VAN DE SECTOR TECHNISCHE ONDERSTEUNING (STO)

*Samenstelling*

drs. F. Bakker - chef

[STO]

mw. C. Pelder - secretaresse

[STO]

Tot deze sector behoren de taakgroep Computer Service en Applicatie Programmering (CAP) en de Publikatiedienst.

Per 1 februari ging de Data-entry organisatorisch over van CAP naar de Publikatiedienst.

*Samenstelling Computer Service en Applicatie Programmering*

drs. H. Noot (coördinator CAP, tevens coördinator AP 2)	[AP 2]
dr. M. Bakker	[AP 1]
F.J. Burger	[AP 1]
H.P. Dijkhuis (coördinator AP 1)	[AP 1]
drs. C.Th. Everaars	[AP 1]
K. van 't Hoff	[AP 2]
R. van der Horst	[AP 1]
drs. B. Lisser (vanaf 1 november)	[AP 1]
M.C. Nieuwland	[AP 2]
B.P. Rouwhorst	[AP 1]
drs. D. Soede	[AP 1]
J. van der Steen	[CSO]
A.G. Steenbeek	[AP 1]
drs. M. de Vries	[AP 2]
F.A.M. van de Wiel (vanaf 1 april)	[CSO]
drs. J. Wolleswinkel (coördinator CSO)	[CSO]

CAP is samengesteld uit 3 deelgroepen, te weten:

- Computer Services en Ondersteuning (CSO)
- Applicatie Programmering 1 (AP 1)
- Applicatie Programmering 2 (AP 2)

*Computer Services en Ondersteuning (CSO).* Het zwaartepunt van de ondersteuning lag bij de algemene diensten. Door de omvang van het ondersteuningswerk was er weinig capaciteit voor programmatuuraanpassing, onderhoud en documentatie. De beschikbare tijd werd voornamelijk besteed aan het maken van inleidingen, gericht op de beginner, en ondersteuningstools. In de tweede helft van het jaar werd de dienstverlening uitgebreid met ondersteuning voor Mac's en MS-DOS-machines. Incidenteel droeg de dienst bij aan de afhandeling van grotere tekstverwerkingsopdrachten voor derden, waarop vervolgoopdrachten te verwachten zijn.

*Applicatie Programmering 1 (AP 1).* Deze groep verricht werkzaamheden voor externe opdrachtgevers en voor een aantal wetenschappelijke afdelingen van het CWI.

- *Externe Opdrachten*

In onderstaande lijst van opdrachten van derden, uitgevoerd door of met medewerking van AP 1, worden alleen de omvangrijkere projecten vermeld.

- Berekening tabellen voor kredieten (bankinstellingen)
- Analyses bijbelteksten (faculteit)
- Onderzoek capaciteit van autosnelwegen (overheidsinstituut)
- Verwerking meetgegevens Oosterschelde (overheidsinstituut)
- Cursussen Pascal (overheidsinstelling)

- Archivering van chemische analyses (universitair instituut)
  - Trajectberekeningen (overheidsinstituut)
  - Evaluatie tentamen- en examengegevens (enkele instituten)
  - Hypotheekberekeningen (bankinstelling)
  - Ontwikkeling en onderhoud tabellenpakket (overheidsinstituut)
  - Ontwikkeling en onderhoud uniformeringspakket programmatuur (overheidsinstituut)
  - Complete automatisering wetenschappelijke taalkundige gegevens (wetenschappelijk instituut)
  - Onderzoek basispeilen kustgebied (overheidsinstituut)
  - Ontwikkeling, documentatie en overdracht van een pakket voor het rekenen met absorptie-simulatie-modellen (industrie)
- *Ondersteuning wetenschappelijke afdelingen*  
Dit betreft:
- Ondersteuning van de afdeling Numerieke Wiskunde bij diverse projecten w.o. het EEG-project Diamond. Dit project behelst de ontwikkeling van een programmatheek van numerieke standaardprogrammatuur in de programmeertaal Ada. Hierin wordt gerekend met accurate operaties op o.a. vectoren, matrices over reële, complexe, interval en complexe-interval ruimten. Hierbij vindt geen machineafhankelijke afronding plaats, maar er wordt gerekend in hoge nauwkeurigheid. Er wordt gebruik gemaakt van de z.g. Karlsruhe-aritmetiek.
  - Ondersteuning van de afdeling Zuivere Wiskunde, met name bij een project van de groep Cryptografie. Er werd een elektronisch betalingssysteem geïmplementeerd, waarbij een gebruiker m.b.v. een PC kan betalen, waarbij hij anoniem blijft. Een bank kan hierbij zijn cliënt een bedrag in de vorm van elektronische 'munten' beschikbaar stellen, waarmee deze elektronisch aan derden kan betalen. De geldigheid van de 'munten' is door (de computer van) de derde partij te controleren, maar noch de bank, noch de derde partij kan bij een betaling de identiteit van de betaler achterhalen (Er wordt hierbij gebruik gemaakt van de RSA-methode.).
  - Ondersteuning van de afdeling Interactieve Systemen bij diverse projecten, zoals:
    - Voortzetting GKS-3D implementatie (o.a. testen van 2D functies).
    - Actieve deelname aan ISO-standaardisatie werkzaamheden op het gebied van de Computer Graphics (internationale werkgroepen over PHIGS, CGI, GKS-review).
    - Start van PHIGS-implementatie (ontwerpfase, o.a. gebaseerd op het concept van z.g. 'Radical workstations').
    - Voortzetting en uitbreiding van het werk voor de Nederlandse Spoorwegen (interactieve grafische database, gebaseerd op CWP's Dialoogcellen).

- Een consultatieproject t.b.v. Rijkswaterstaat.
- Integreren van splines in GKS-2D door ontwerp van geschikte datastructuren.
- Het implementeren van een Fortran schil om de C kernel van GKS-3D.
- Ondersteuning van de afdeling Mathematische Statistiek bij diverse projecten, w.o.
  - Citaten analyse: onderzoek naar citeergedrag van wetenschappelijke onderzoekers.
  - EVA: Ethologische Event verzameling en Analyse. Er wordt software ontwikkeld voor event analyse op IBM-PC's.
  - Verder onderzoek aan en ondersteuning, gebruik en demonstraties van de pakketten.
    - S: een statistisch georiënteerde interactieve UNIX-omgeving voor data analyse en grafieken. S biedt de gebruiker de gelegenheid tot interactief rekenen, grafische weergave via een uitgebreid scala van grafische randapparaten, data management- en structurering, en MACRO-faciliteiten.
    - Een interactief beeldanalyse pakket voor weergave en bewerking van gedigitaliseerde beelden in een UNIX-omgeving. Dit pakket is nog in ontwikkeling.

*Applicatie Programmering 2 (AP 2).* De werkzaamheden ten behoeve van de kantoor- en bibliotheekautomatisering stonden voor een belangrijk deel in het kader van het in het vorige verslagjaar aangeschafte Data Base Management System INGRES. In de aanloopperiode vergde systeemonderhoud en -beheer veel mankracht. Daarnaast werden enkele grote applicaties ontwikkeld.

Ten behoeve van de bibliotheekautomatisering ontstond een systeem voor het administreren van tijdschriften. Het probleem hierbij is, dat door de uiteenlopende wijze waarop tijdschriften genummerd zijn en in het algemeen de soms zeer onregelmatige wijze van verschijning een volledig automatisch systeem niet haalbaar is. Gekozen is daarom voor een aanpak waarbij het overgrote deel van de gevallen automatisch afgehandeld wordt, maar op elk punt ruimte is voor menselijk ingrijpen.

Dit systeem wordt momenteel in de bibliotheek uitgetest, de eerste ervaringen zijn bevredigend. Het biedt o.a. mogelijkheden tot:

- Inboeken van binnenkomende afleveringen.
- Signalering van te laat binnenkomende afleveringen.
- Het samenstellen van bindlijsten.
- Het melden van noodzakelijke reclames.

Verder is op basis van INGRES een geavanceerd adressensysteem ontworpen en vrijwel geïmplementeerd. Veel aandacht is besteed aan het ondersteunen van een gestructureerde hiërarchische adresopbouw, waardoor adressen op persoonsnaam gezocht kunnen worden (eventueel worden van een persoon meerdere adressen gevonden), maar ook b.v. de adressen van alle medewerkers van een bepaald instituut die tevens lid zijn van een bepaalde

vakgroep, opgevraagd kunnen worden. Tenslotte vergde het overzetten en reorganiseren van het oude adressenbestand bij SARA veel aandacht.

**Andere werkzaamheden.**

- Ten behoeve van de bibliotheek is een onderzoek naar de mogelijkheden tot samenwerking met Pica gestart.
- Evaluatie van tekstverwerkings- en administratieve programmatuur voor de Macintosh. Dit werk zal ook in de toekomst voortgezet worden, zodat - voor zover passend in het algemene kader van de kantoorautomatisering - steeds de meest geschikte Macintosh-programmatuur ingezet kan worden.
- De begeleiding van een uitgeverij bij een groot tekstverwerkingsproject werd voortgezet.
- Met het schrijven van documentatie werd een programmatuur project in opdracht van een bank voltooid.
- Dit verslagjaar werd voor het laatst uitgebreide computer ondersteuning gegeven voor de door het CWI gevoerde administratie van de Vereniging voor Statistiek.
- Het (in de toekomst door een INGRES-applicatie te vervangen) Utrechtse Bibliotheek Systeem werd uitgebreid met mogelijkheden voor het beheer van op microfilm gezette bestanden.
- De PDP11/14 werd buiten gebruik gesteld. De hierop lopende programmatuur voor gegevensinvoer werd omgezet voor gebruik op een VAX onder UNIX.

Tenslotte dient de instelling van de stuurgroep kantoor- en bibliotheekautomatisering vermeld te worden. Deze groep heeft tot taak richting te geven aan de kantoor- en bibliotheekautomatisering door het stellen van prioriteiten en het bewaken van de voortgang van het automatiseringswerk. Van deze groep zijn de chefs van Bibliotheek en Informatiedienst, CST, OBV, SEZ en STO lid. De coördinatoren van AP 2 en CSO nemen deel als adviseur.

*Samenstelling Publikatiedienst*

D. Zwarst (hoofd)	[Publ]
W.A.M. Aspers	[Redactie en ontwerp]
R.T. Baanders	[Redactie en ontwerp]
L.W. Bartelink (vanaf 1 mei)	[Reproductie]
mw. L.M. Brown (hoofd tekstverwerking tot 1 juni)	[Tekstverwerking]
M. Delussu	[Tekstverwerking]
mw. T.G.H.M.E. Feijen-Collast	[Tekstverwerking]
mw. N. Koetsier	[Tekstverwerking]
mw. J. Kustina	[Tekstverwerking]
mw. E.P.M. Meys	[Tekstverwerking]
mw. E. Middelberg	[Tekstverwerking]
mw. R.W.T. Riechelmann-Huis	[Tekstverwerking]
mw. Y.E. Samseer	[Tekstverwerking]
J. Schipper	[Reproductie]
H. Spekkers (tot 1 december)	[Reproductie]

J. Suiker	[Reproductie]
mw. C.J. Swagerman (hoofd tekstverwerking vanaf 1 juni)	[Tekstverwerking]
C.E. Thomson (vanaf 1 februari)	[Redactie en ontwerp]
mw. G. Verloop-Woudman	[Tekstverwerking]
J.W. van der Werf	[Reproductie]

*Publikatiedienst (Publ).* De Publikatiedienst bestaat uit de afdelingen Redactie en Ontwerp, Tekstverwerking en Reproductie. Zij hebben tot taak de redactie, grafische verzorging, typen en reproduceren van een gevarieerd aantal uitgaven. Dit betreft niet alleen de wetenschappelijke uitgaven zoals Newsletters, Monographs, Tracts, Syllabi en rapporten van het CWI, maar ook jaarverslagen en brochures. Voorts worden werkzaamheden voor derden uitgevoerd, onder andere voor het Wiskundig Genootschap, de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, de Vereniging voor Statistiek en voor instellingen in WCW- en ZWO-verband.

Met ingang van 1 februari werd de afdeling Data-entry ondergebracht bij de afdeling Tekstverwerking van de Publikatiedienst en werd de capaciteit van de afdeling Redactie en Ontwerp uitgebreid met 0.5 fte.

In het verslagjaar is ten behoeve van de Reproductie een volautomatische bindmachine aangeschaft, is de randapparatuur van de vergaarmachine uitgebreid met een snijmachine, is de Gestetner 311 folio drukpers vervangen door een nieuwe pers en werd een montagetafel gekocht.

#### OVERZICHT VAN COMMISSIES, BESTUREN, E.D.

Hieronder volgt een overzicht van (externe) commissies, besturen e.d. van instellingen, organisaties en organen op wetenschappelijk, onderwijskundig of technisch gebied, waarin personeelsleden van het CWI in 1987 zitting hadden. In enkele gevallen is een korte toelichting gegeven op de werkzaamheden. Ook het lidmaatschap van enkele redactiecommissies is in het overzicht opgenomen.

#### *Academie voor Informatica*

prof.dr. P.C. Baayen (lid coördinatiegroep tot oktober, lid interimbestuur vanaf oktober)

dr. J.C.P. Bus (lid coördinatiegroep tot oktober, plv. lid interimbestuur vanaf oktober)

#### *ACM SIGOPS (Special Interest Group on Operating Systems)*

dr. S.J. Mullender (vice-voorzitter)

#### *Ada-Europe Numerics Working Group*

drs. J. Kok (secretaris)

D.T. Winter (lid)

#### *Amsterdamse Adviescommissie Informaticastimulering*

prof.dr. P.C. Baayen

#### *Amsterdamse Raad voor Informatica en Telecommunicatie (ARIT)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Arctic '88, Advanced Course on Distributed Systems, Tromsø, Noorwegen, juli 1988*

dr. S.J. Mullender (voorzitter programme committee)

*ARIT-Commissie Marktstimulering*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*ASI/NGI jaardag over databases*

drs. A.P.J.M. Siebes (lid programmacomité)

*Benoeemingsvoorbereidingscommissie bijzonder hoogleraar Beslissingsondersteunende Systemen EU Rotterdam*

prof.dr. J.K. Lenstra (lid)

*Bernoulli Society, European Regional Committee*

prof.dr. R.D. Gill (lid)

*Bèta-federatie*

dr. J.C.P. Bus (vertegenwoordiger namens het NGI)

*Bijeenkomst van stochastici*

dr. R. Helmers (lid organisatiecommissie)

*Bijeenkomsten van wiskundigen 1987 en 1988*

drs. B.J. Lageweg (organisator)

*Commissie van Aanbeveling van de Stichting Post Hoger Technisch Onderwijs 'Amsterdam'*

prof.dr. P.C. Baayen

*Commissie Nationale Faciliteit Informatica*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

*Commissie Persoonlijke Archieven Wiskundigen*

prof.dr. P.C. Baayen (lid namens WG)

drs. J. Nuis (lid)

*Commissie Vakantiecursus voor Leraren*

drs. F.J.M. Barning (lid)

mw. C.E. Both (organisatie)

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

dr. J. van de Lune (toegevoegd lid)

*Commissie van Voorbereiding PAO Wiskunde*

prof.dr. M. Hazewinkel (voorzitter)

dr. J. de Vries (plaatsvervangend lid)

*Computing Science in the Netherlands (CSN87)*

prof.dr. P. Klint (lid programmacomité)

*Conference BIBOS VI, Karpacz, Polen*

prof.dr. M. Hazewinkel (co-organizer)

*Conference ECMI II, Oberwolfach*

prof.dr. M. Hazewinkel (co-organizer)

*Conference Electronic Image, 1987, Parijs*

drs. P.J.W. ten Hagen (lid programmacommissie)

*Conference Eurocrypt '87, Amsterdam*

dr. D. Chaum (general chairman)

drs. J.A.M. van de Graaf (lid organisatiecommissie)

- dr. J.H. Evertse (lid programmacommissie)  
*Conference Parallel Architectures and Languages Europe (PARLE)*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (co-chairman program committee)  
*Conferentie Computer Science in the Netherlands (SION)*  
 dr. J.C.P. Bus (secretaris programmacommissie)  
 prof.dr. P. Klint (lid programmacommissie)  
*COST 11 ter, Distributed Systems Management project (MANDIS)*  
 A.J. Jansen (lid)  
 dr. S.J. Mullender (lid)  
*CREST Committee on Training in Informatics*  
 prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (afgevaardigde voor Nederland)  
*Curatorium Leerstoel Computational Physics VU*  
 prof.dr. P.C. Baayen (lid)  
*Distributed Systems Advisory Board, task force Communication and Protocol*  
 dr. S.J. Mullender (lid)  
*ECMI*  
 prof.dr. M. Hazewinkel (president)  
*ESPRIT Project Parallel Architectures and Languages*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (lid project coordination committee, voorzitter working group on semantics and proof techniques)  
*EURO III Foundation*  
 drs. B.J. Lageweg (secretaris)  
*EUROMATH*  
 prof. L.G.L.T. Meertens (lid project technical committee)  
*Eurographics '87 Conferentie*  
 drs. W. Eshuis (secretaris organisatiecommissie)  
 drs. P.J.W. ten Hagen (voorzitter organisatiecommissie)  
 drs. M.M. de Ruiter (voorzitter tutorials)  
*Eurographics Workshop on High-level Tools for Window Managers*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (lid programmacommissie)  
*EUROGRAPHICS, European Association for Computer Graphics*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (vice-voorzitter en lid Conference Board)  
*European Mathematical Council Database Committee*  
 prof.dr. M. Hazewinkel (lid)  
*European Symposium on Programming (ESOP'88)*  
 prof.dr. P. Klint (lid programmacomité)  
*Europese Associatie voor Theoretische Informatica*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (council member)  
*EXIN, werkgroep P-modulen*  
 dr. M.L. Kersten (lid, als zodanig verantwoordelijk voor het ontwerp van de exameneisen HP-7)  
*Fifth Generation and Supercomputer*  
 prof.dr. P.C. Baayen (lid programmacommissie)  
*First Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, 1987*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (co-chairman van organisatie- en programmacommissie)



dr. T. Tomiyama (co-chairman van organisatie- en programmacommissie)

*Forum voor Techniek en Wetenschap (NFTW)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Frontiers in Computing*

prof.dr. P.C. Baayen (lid programmacommissie)

dr. J.C.P. Bus (lid organisatiecommissie)

*Frontiers in Information Technology*

prof.dr. P.C. Baayen (lid Honorary Board, treasurer Permanent Board)

dr. J.C.P. Bus (executive secretary Permanent Board)

*Gecommitteerde HIO, Enschede*

dr. M.L. Kersten

prof.dr. P. Klint

*2nd IEEE Conference on Computer Workstations, 7-10 maart 1988, Santa Clara, Californië*

dr. S.J. Mullender (lid programme committee)

*The Institute of Mathematics and its Applications (IMA)*

dr. P.W. Hemker (associate fellow)

drs. J. Kok (associate fellow)

*International Conference Principles of Database Systems, Austin*

prof.dr. K.R. Apt (lid program committee)

*International Conference Principles of Distributed Computing, Toronto*

prof.dr. K.R. Apt (lid program committee)

*International Conference on Very Large Databases, 1989*

dr. M.L. Kersten (organising chairman)

*International Congress on Computational and Applied Mathematics, Leuven, 1988*

prof.dr. P.J. van der Houwen (lid program committee)

*International Federation for Information Processing (IFIP)*

Prof. L.G.L.T. Meertens, lid van Working Group 2.1 on ALGOL, tevens lid van Working Group 2.1 Task Force on CIP-L.

Drs. P.J.W. ten Hagen, lid van Working Group 5.2 on Computer Aided Design.

Prof.dr. K.R. Apt en prof.dr. J.W. de Bakker, lid van Working Group 2.2 on Formal Description of Programming Concepts.

Dr. P. Bernus, lid van Working Group 5.8 on Industrial Systems Specification & Documentation.

Prof.dr.ir. O.J. Boxma, lid van Working Group 7.3.

*International Seminar on the Performance of Distributed and Parallel Systems*

prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid programmacomité)

*International Steering Committee BAIL Conferences*

dr. P.W. Hemker (lid)

*International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems 1989*

prof.dr. J.M. Schumacher (lid organizing committee)

dr.ir. J.H. van Schuppen (organisator)

*ISO/TC 97/SC 21/WG 2* (in de loop van het jaar samengevoegd met IEC onder de naam *ISO/IEC JTC1 SC 24*)

- dr. M. Bakker (lid)  
 F.J. Burger (lid)  
 drs. P.J.W. ten Hagen (lid)  
 B.P. Rouwhorst (lid)
- Joint Conference on Theory and Practice of Software Development, Pisa, 1987*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (lid program committee)
- Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde SMC*  
 prof.dr. P.C. Baayen (lid coördinatiecommissie)
- Mathematical Programming Society*  
 prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter Executive Committee)
- NAG*  
 dr. N.M. Temme (advisor on special functions chapter)  
 dr. P.W. Hemker (member)
- NAG Technical Policy Committee*  
 drs. J. Kok (lid)
- Nederlands Genootschap voor Informatica (NGI)*  
 dr. J.C.P. Bus (bestuurslid)
- Nederlands Instituut voor Registeraccountants (NIVRA)*  
 J.M. Anthonisse (lid examencommissie keuzerichting wiskundige methoden)
- Nederlands Normalisatie Instituut (NNI)*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (lid van subcommissie 30053050 voor programmeertalen)
- Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW)*  
 Van deze in 1977 opgerichte commissie van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen waren lid prof.dr. P.C. Baayen (tevens contactpersoon namens ZWO) en prof.dr. J.W. de Bakker.
- Nederlandse Werkgroep Grafische Standaards*  
 drs. P.J.W. ten Hagen (voorzitter)
- NDI/Informatiesystemen*  
 dr. M.L. Kersten (vertegenwoordiger van de Database Club in het bestuur)
- NFTW 'Werkgroep Taak en Samenstelling AWT'*  
 prof.dr. P.C. Baayen (lid)
- NLUUG (National Unix Systems User Group the Netherlands)*  
 drs. G. van Rossum (bestuurslid)
- Open Universiteit*  
 prof.dr. P. Klint (lid programmacommissie technische wetenschappen)
- PAO-orgaan Informatica*  
 dr. M.L. Kersten (plv. bestuurslid voor het CWI)
- Performance 1987*  
 prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid programmacomité en organisatiecomité)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (lid programmacomité)
- Promotiecommissies*  
 prof.dr.ir. O.J. Boxma (D.J. der Kinderen, RU Utrecht, 15 mei)  
 prof.dr. O. Diekmann (L. Roozmond, VU Amsterdam, 5 maart)  
 prof.dr. O. Diekmann (C.A. Timmermans, TU Delft, 17 december)  
 dr. K.O. Dzhaparidze (A. Sieders, TU Delft, 25 juni)

- dr. K.O. Dzhaparidze (F.C. Drost, VU Amsterdam, 7 oktober)  
 prof.dr. R.D. Gill (G. Ridder, UvA, 7 februari)  
 prof.dr. R.D. Gill (A.W. van der Vaart, RU Leiden, 4 juni)  
 prof.dr. R.D. Gill (J. van Rychelvorsel, RU Leiden, 11 juni)  
 prof.dr. R.D. Gill (A. Sieders, TU Delft, 25 juni)  
 prof.dr. R.D. Gill (P.J.C. Spreij, Universiteit Twente, 30 augustus)  
 prof.dr. R.D. Gill (P. Haccou, RU Leiden, 16 september)  
 prof.dr. R.D. Gill (S.A. van de Geer, RU Leiden, 30 september)  
 dr. R. Helmers (R.D.H. Heijmans, UvA, 11 december)  
 dr. P.W. Hemker (S.P. Spekreijse, TU Delft, 5 november)  
 dr. P.W. Hemker (R. Kettler, TU Delft, 1 december)  
 prof.dr. P.J. van der Houwen (S.P. Spekreijse, TU Delft, 5 november)  
 prof.dr. J.W. Klop (R.C. de Vrijer, UvA, 7 januari)  
 prof.dr. J.W. Klop (Th. Hardin, INRIA, 27 oktober)  
 prof.dr. J.W. Klop (S. Kaplan, Univ. d'Orsay, 27 oktober)  
 dr. T.H. Koornwinder (M. Mizony, Jury Thèse d'Etat M. Mizony, Université de Lyon I, Frankrijk, 26 maart)  
 dr. T.H. Koornwinder (R.J. Beerends, RU Leiden, 27 mei)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (A. Volgenant, UvA, 18 februari)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (H.A.G. Wijshoff, RU Utrecht, 25 juni)  
 prof. L.G.L.T. Meertens (J. van Katwijk, TU Delft, 15 september)  
 prof. L.G.L.T. Meertens (J.C. Ebergen, TU Eindhoven, 13 oktober)  
 prof. L.G.L.T. Meertens (G.J. van der Steen, RU Utrecht, 19 november)  
 dr.ir. J.H. van Schuppen (P.J.C. Spreij, UT Enschede, 30 oktober)  
 dr.ir. J.H. van Schuppen (J.W. Polderman, RU Groningen, 20 november)
- 1987 Princeton Workshop on Algorithm, Architecture and Technology Issues in Models of Concurrent Computations, Dept. of Electrical Engineering, Princeton University, New Jersey, Summer 1987*  
 prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid programmacommissie)
- REX-NFI Project Research and Education in Concurrent Systems*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (projectleider)
- REX-Workshop on Linear Time, Branching Time and Partial Order in Logics and Models for Concurrency, 1988*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (directeur)
- Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*  
 drs. A.A.M. Kuijk (co-chairman van organisatiecommissie, chairman programmacommissie)
- Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, 1987*  
 dr. V. Akman (co-chairman van organisatie- en programmacommissie)  
 drs. P.J.W. ten Hagen (co-chairman van organisatie- en programmacommissie)  
 drs. P.J. Veerkamp (secretaris van organisatie- en programmacommissie)
- Second International Workshop on Applied Mathematics and Performance/Reliability Models of Computer/Communication Systems*  
 prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid programmacommissie)
- Sectie CAD/CAM van het Nederlands Genootschap voor informatica*

- dr. M. Bakker (secretaris sectiebestuur)  
 drs. P.J.W. ten Hagen (bestuurslid)
- SION Landelijk Project Concurrency*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (projectleider)
- Software Engineering Research Centre (SERC)*  
 prof.dr. P. Klint (lid algemeen bestuur)
- Steering Committee EMC/Euromath*  
 prof.dr. M. Hazewinkel (lid)
- Steering Committee MTNS*  
 prof.dr. M. Hazewinkel (lid)
- Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA)*  
 De door de SMC benoemde leden van het SARA-bestuur waren prof.dr. A. van der Sluis (curator) en drs. J. Nuis (directeur beheerszaken). De vergaderingen van het bestuur werden bijgewoond door de contactpersoon van de SMC, drs. F. Bakker. In het Adviescollege van SARA (ADSARA) hadden namens de SMC zitting: drs. F. Bakker, drs. B.J. Lageweg, W.J. Mol, dr. C.A. Visser (AMOLF), dr. H. Weijma (ZWO) en drs. P.M. de Zeeuw. P.W. den Hertog was lid van de Adviescommissie voor het personeelsbeleid (PACSARA). Van de door ADSARA ingestelde subcommissie Statistische Routines was namens de SMC lid prof.dr. R.D. Gill resp. drs. A.L.M. Dekkers. W.J. Mol maakte namens de SMC deel uit van de door ADSARA ingestelde Data Base Management Commissie. Dr.ir. H.J.J. te Riele was voorzitter van de CYBER 205 gebruikersvergadering. Prof.dr. P.J. van der Houwen en dr. P.W. Hemker waren lid van de Subcommissie Numerieke Programmatuur. Drs. F. Bakker, drs. B.J. Lageweg en B.P. Sommeijer waren lid van ZWOSARA (overleggroep van FOM- en CWI-gebruikers van SARA-faciliteiten).
- Stichting Beheer Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer*  
 drs. J. Nuis (voorzitter)  
 W.J. Mol (plaatsvervangend lid)
- Stichting Computer Grafiek*  
 dr. M. Bakker (bestuurslid; m.i.v. i juli voorzitter)  
 dr. J.C.P. Bus (lid Deelnemersraad namens SMC)
- Stichting Compositio Mathematica*  
 prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)
- Stichting IIASA-Nederland*  
 prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)
- Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION)*  
 prof.dr. J.W. de Bakker (bestuurslid)  
 dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris en hoofd bureau)
- Stichting IT-Conferences*  
 dr. J.C.P. Bus (bestuurslid)
- Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW)*  
 Het secretariaat van de STW-gebruikerscommissies van de door de SMC en

SION begeleide projecten werd gevoerd door H.J.M. Wijers (tot 1 april) en door drs. A.R. Kloost (vanaf 1 augustus).

Gebruikerscommissie project 'Dynamic stabilization of large flexible space structures'

- prof.dr. J.M. Schumacher (lid)

Gebruikerscommissie project 'De regeling van overbelasting van communicatiesystemen'

- dr.ir. J.H. van Schuppen (voorzitter)

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid)

Gebruikerscommissie project 'Faciliteiten voor rastergrafiek in programmeertalen' (IS 1, IS 2)

- drs. P.J.W. ten Hagen (lid)

Gebruikerscommissie project 'Statistische analyse van verkeersstromen' (MS 2.3)

- prof.dr. R.D. Gill (lid)

Gebruikerscommissie project 'Voorspellings- en regelproblemen voor autosnelwegen'

- dr.ir. J.H. van Schuppen (lid)

#### *Stuurgroep IBM*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*6th Symposium on Reliability in Distributed Software and Database Systems, 17-19 maart 1987, Williamsburg, Virginia, USA*

dr. S.J. Mullender (lid programme committee)

*Technisch-Wetenschappelijke Adviesraad (TWAR) van het Simulerings Project-team Informatica Nederland (SPIN)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Vaste Overlegcommissie (VOC) SMC-SION*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

prof.dr. A. van der Sluis, curator (voorzitter)

dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris)

*Vereniging voor Statistiek (VVS)*

prof.dr. R.D. Gill (lid examencommissie Statisticus; bestuurslid van de sectie Mathematische Statistiek)

prof.dr. J.K. Lenstra (secretaris Landelijk Colloquium Optimalisering)

drs. B.J. Lageweg (secretaris Sectie Operationele Research)

drs. S.L. van de velde (lid programmacommissie Sectie Operationele Research)

*VNSU-Kamer Wiskunde*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Vorbereidingscommissie Conferentie van Numeriek Wiskundigen*

dr. W.H. Hundsdorfer (secretaris)

*Werkcommissie Wiskunde- en Informaticabibliotheken (ingesteld door de Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW))*

prof.dr. P.C. Baayen

*Werkgemeenschap Interactieve Systemen SION*

drs. P.J.W. ten Hagen (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur SION*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Systeem- en Regeltheorie SMBT*

dr.ir. J.H. van Schuppen (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Theoretische Informatica SION*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid werkgemeenschapscommissie)

prof.dr. J.W. Klop (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschapscolloquium Numerieke Wiskunde*

Prof.dr. P.J. van der Houwen en dr. W.H. Hundsdorfer (secretaris) maakten deel uit van de organisatiecommissie van dit landelijk colloquium op het gebied van de numerieke wiskunde.

*Werkgroep Gebruik Supercomputers*

prof.dr. P.J. van der Houwen (lid)

*Werkgroep Investeringsplan Supercomputers*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Werkgroep Ontwikkelingsplan WCW van Gemeente Amsterdam*

drs. J. Nuis (lid)

*Wetenschappelijk Raad IPO*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Wetenschappelijke tijdschriften, informatiebulletins en boekenseries*

Acta Applicandae Mathematicae

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

Annals of Statistics

- prof.dr. R.D. Gill (associate editor)

Applied Scientific Research

- prof.dr. H.A. Lauwerier (editorial board)

Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor)

Computer Graphics Forum

- drs. M.M. de Ruiters (chief editor)

Computer & Graphics, an International Journal of Applications in Computer Graphics (Pergamon Press)

- dr. V. Akman (member editorial board)

- dr. T. Tomiyama (member editorial board)

Combinatorica

- prof.dr. A. Schrijver (editor)

Constructive Approximation

- dr. T.H. Koornwinder (editor)

CWI Monographs, Tracts & Syllabi

- prof.dr. P.C. Baayen (lid editorial board)

- prof.dr. J.W. de Bakker (managing editor)

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

- prof.dr. J.K. Lenstra (managing editor)

CWI Newsletter

- W.A.M. Aspers (executive editor)

- dr. A.M. Cohen (editor)
- mw. W.E.G. van Eijk (editorial secretary)
- prof.dr. R.D. Gill (editor)
- dr. E. Kranakis (editor)
- Discrete Applied Mathematics
- prof.dr. A. Schrijver (editor)
- Distributed Computing
- prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (editor)
- Excerpta Informatica
- prof.dr. J.K. Lenstra (lid advisory board)
- Fundamenta Informaticae
- prof.dr. J.W. de Bakker (editorial board)
- Geometriae Dedicata
- dr. A.M. Cohen (editor)
- Handbook of Algebra
- prof.dr. M. Hazewinkel (co-managing editor)
- Informatiebulletin Nieuws Analyse
- dr. N.M. Temme (redacteur)
- Informatiebulletin Een Gemeenschappelijke Noemer
- dr. A.M. Cohen (redacteur, tot 31 augustus)
- dr. J.T.M. van Bon (redacteur, vanaf 1 september)
- Information and Computation
- prof.dr. K.R. Apt (editor)
- International Abstracts in Operations Research
- drs. B.J. Lageweg (area editor Combinatorial Optimization)
- The International Journal for Artificial Intelligence in Engineering (Computational Mechanics Publications)
- dr. T. Tomiyama (lid editorial Board)
- Japan Journal of Applied Mathematics
- prof. dr. O. Diekmann (associate editor)
- Journal of the Association for Computing Machinery
- prof.dr. J.K. Lenstra
- Journal of Computer and System Sciences
- prof.dr. J.W. de Bakker (associate editor)
- Journal of Cryptology
- dr. D. Chaum (editor)
- Journal of Mathematical Biology
- prof. dr. O. Diekmann (advisory board)
- Linear Algebra and Its Applications
- prof.dr. A. Schrijver (editor special volume in honor of Alan Hoffman)
- Management Science
- prof.dr. J.K. Lenstra (associate editor, tot 1 juni)
- Mathematics and Geophysics
- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)
- Mathematics and its Applications
- prof. M. Hazewinkel (managing editor)

**Mathematics of Operations Research**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Combinatorial Optimization/Design and Analysis of Algorithms)

- prof.dr. A. Schrijver (associate editor)

**Nieuw Archief voor Wiskunde**

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

- prof.dr. P.J. van der Houwen (editor expository papers)

- dr. J. van de Lune (administrative editor)

- dr.ir. H.J.J. te Riele (editor expository papers)

**Operations Research**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Interfaces with Computer Science; area editor Optimization, vanaf 1 juni)

**ORDER**

- prof.dr. J.K. Lenstra (lid editorial board)

**ORSA Journal on Computing**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Design and Analysis of Algorithms)

**Parallel Computing**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor special issue on the PARLE Conference)

**Performance Evaluation**

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (editor)

**Queueing Systems**

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (editor)

**RAIRO, Theoretical Informatics and Applications**

- prof.dr. K.R. Apt (editor)

**Roboter Systeme**

- drs. P.J.W. ten Hagen (lid Internationaler Beirat)

**Science of Computer Programming**

- prof.dr. K.R. Apt (editor)

**SIAM Journal on Discrete Mathematics**

- prof.dr. A. Schrijver (editor)

**Soviet Advances in Mathematics**

- prof.dr. M. Hazewinkel (editor in chief)

**Springer Verlag series Eurographic Seminars**

- drs. A.A.M. Kuijk (editor Advances in Computer Graphics Hardware II)

**Springer Verlag series in Symbolic Computation**

- drs. P.J.W. ten Hagen (editor)

**Statistica Neerlandica**

- prof.dr. J.K. Lenstra (editor)

**Statistical Theory and Methods Abstracts**

- prof.dr. R.D. Gill (regional editor)

**System and Control Letters**

- prof.dr. M. Hazewinkel (associate editor)

- dr.ir. J.H. van Schuppen (associate editor)

**Theoretical Computer Science**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor)



Translation and Revision Russian Encyclopedia of Mathematics

- prof.dr. R.D. Gill (lid editorial board)
- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)
- prof. L.G.L.T. Meertens (lid scientific board)
- prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid scientific board)

Trends in Scientific Research

- prof.dr. M. Hazewinkel (lid editorial board)

Wiley-Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization

- prof.dr. J.K. Lenstra (advisory editor)

Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik

- dr. N.M. Temme (associate editor)

*Wiskundig Genootschap (WG)*

Prof.dr. P.C. Baayen was archivaris van het Wiskundig Genootschap en lid van de Commissie Persoonlijke Archieven Wiskundigen (CPAW).

Prof.dr. P.J. van der Houwen was lid van het bestuur en Inspecteur der Boekerij. Tevens vertegenwoordigde hij het WG in de Permanente Adviescommissie voor Wetenschappelijk Rekenen en Informatica (PAWRI).

Dr.ir. J.H. van Schuppen vertegenwoordigde het WG in de Vertrouwenscommissie Besliskunde en Systeemtheorie, dr. W.H. Hundsdorfer trad op als vertegenwoordiger van de WGM Numerieke Wiskunde t.b.v. de Woudschoten-conferentie, terwijl drs. F.J.M. Barning in de commissie de Directie vertegenwoordigde.

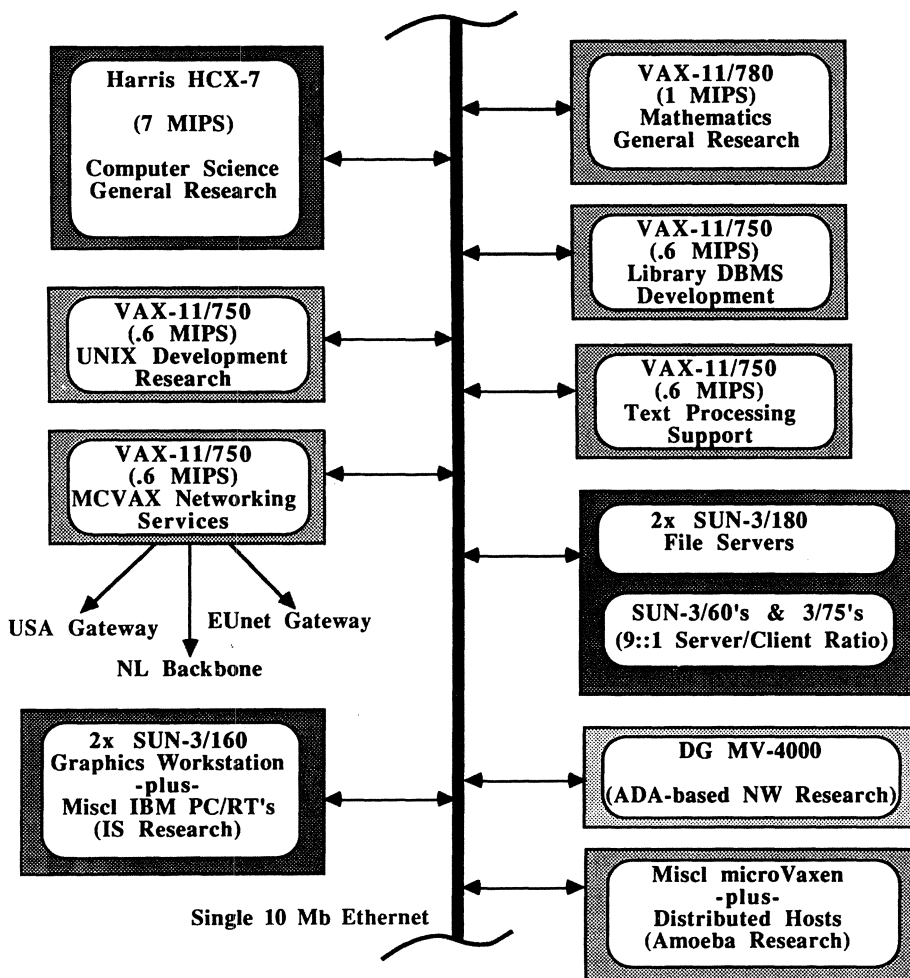
In het verslagjaar verzorgde het CWI ook weer de uitgave 'Mededelingen van het Wiskundig Genootschap', waarvoor de heer C.E. Thomson secretariaatswerkzaamheden verrichtte. Zie onder wetenschappelijke tijdschriften voor wat betreft de verzorging van het door het WG uitgegeven tijdschrift 'Nieuw Archief voor Wiskunde'.

*ZWO Werkgroep Taal- en Spraaktechnologie*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

## COMPUTERINFRASTRUCTUUR

In bijgaand schema wordt een overzicht gegeven van de CWI-computerinfrastructuur.



Niet opgenomen:

- ~ 90 Apple Macintosh +
- 6 Apple LaserWriters en diverse output devices
- Harris fototypesetter
- Diverse terminals en terminal concentrators

# Verslag van de Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden

## WERKGEMEENSCHAP NUMERIEKE WISKUNDE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

De Werkgemeenschapscommissie van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde bestond eind 1987 uit de volgende leden:

prof.dr. G.W. Veltkamp	TU Eindhoven (voorzitter)
dr. P.W. Hemker	CWI (secretaris)
prof.dr. A.O.H. Axelsson	KU Nijmegen
dr.ir. J.W. Boerstoel	NLR
dr. E.F.F. Botta	RU Groningen
prof.dr. T.J. Dekker	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. P.J. van der Houwen	CWI/Universiteit van Amsterdam
prof.dr. M.H.C. Paardekooper	KU Brabant
prof.dr. A. van der Sluis	RU Utrecht
prof.dr. M.N. Spijker	RU Leiden
prof.dr. C.R. Traas	Universiteit Twente
prof.dr. M. van Veldhuizen	VU Amsterdam
prof.dr. H.A. van der Vorst	TU Delft
prof.dr.ir. P. Wesseling	TU Delft
prof.dr. W.W.E. Wetterling	Universiteit Twente

Tijdens de huishoudelijke vergadering op 6 oktober traden als lid van de commissie af: Hemker, van der Houwen, Paardekooper, van der Sluis. Tijdens de vergadering werden zij terstond herkozen.

*Algemeen*

De doelstelling van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde is het bevorderen van de beoefening van de Numerieke Wiskunde in Nederland en het stimuleren van de wetenschappelijke contacten tussen Nederlandse numerici.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

De Werkgemeenschap organiseerde de volgende bijeenkomsten:

- De *Twaalfde Conferentie van Numeriek Wiskundigen*, Zeist, 5 oktober-7 oktober;
- Een wetenschappelijke bijeenkomst te Utrecht op 16 maart;
- Bijeenkomsten van de Werkgemeenschapscommissie op 1 september te Utrecht en op 5 oktober te Zeist;
- Een huishoudelijke vergadering van de Werkgemeenschap op 6 oktober te Zeist.

Voor een gedetailleerd verslag van de wetenschappelijke bijeenkomsten wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag in deel II.

*Nieuwsbrief*

Onder redactie van prof.dr. G.W. Velkamp en dr. P.W. Hemker verschenen in 1987 weer, volgens plan, twee afleveringen van *Het Nummer*, de nieuwsbrief van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde.

De technische realisatie van de uitgave werd verzorgd door het CWI. Het redactiesecretariaat was in handen van mw. W.E.G. van Eijk.

## WERKGEMEENSCHAP STOCHASTIEK

*Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december bestond de Werkgemeenschapscommissie uit de volgende leden:

prof.dr. L.F.M. de Haan	EU Rotterdam (voorzitter)
prof.dr. J. Oosterhoff	VU Amsterdam (secretaris)
prof.dr. W. Albers	RU Limburg
prof.dr.ir. J.W. Cohen	RU Utrecht
prof.dr.ir. L.C.A. Corsten	LU Wageningen
prof.dr. R. Doornbos	TU Eindhoven
prof.dr. J. Fabius	RU Leiden
prof.dr. B.B. van der Genugten	KU Brabant
prof.dr. R.D. Gill	CWI/RU Leiden
prof.dr. P. Groeneboom	Universiteit van Amsterdam
dr. R. Helmers	CWI
prof.dr. P.J. Holewijn	VU Amsterdam
prof.dr. M.S. Keane	TU Delft
prof.dr. P. van der Laan	LU Wageningen
prof.dr. G.J. Leppink	RU Utrecht

prof.dr. J.Th. Runnenburg	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. F.H. Ruymgaart	KU Nijmegen
prof.dr. W. Schaafsma	RU Groningen
prof.dr. C.L. Scheffer	TU Delft
prof.dr.ir. J.H.A. de Smit	Universiteit Twente
prof.dr. A.J. Stam	RU Groningen
prof.dr. F.W. Steutel	TU Eindhoven
prof.dr. T.J. Terpstra	Universiteit Twente
prof.dr. W. Vervaat	KU Nijmegen
prof.dr. W.R. van Zwet	RU Leiden

### *Algemeen*

De doelstelling van de Werkgemeenschap is het organiseren, coördineren en stimuleren van activiteiten die ten doel hebben het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de kansrekening en de statistiek te bevorderen. Voorts houdt de doelstelling in de beoordeling van onderzoeksprojecten, waarvoor subsidie wordt aangevraagd bij de SMC, het vaststellen van prioriteiten en het stimuleren van dergelijke aanvragen.

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

- 7 september 1987, 10de vergadering van de Werkgemeenschapscommissie te Amsterdam. Besproken werden twee nieuwe aanvragen van een onderzoeksproject, vier continueringaanvragen en twee aanvragen in het kader van het landelijk project Statistiek voor grote parameter ruimten.
- 16 november, 8ste huishoudelijke vergadering van de Werkgemeenschap te Lunteren.

Mededelingen voor leden van de Werkgemeenschap worden voornamelijk verspreid via het VVS Bulletin (blad van de Vereniging voor Statistiek) en de Mededelingen van het Wiskundig Genootschap.

## WERKGEMEENSCHAP MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december was de Werkgemeenschapscommissie als volgt samengesteld:

prof.dr. J.K. Lenstra	CWI/EU Rotterdam (voorzitter)
prof.dr. J.M. Schumacher	CWI/KU Brabant (secretaris)
prof.dr. H.C. Tijms	VU Amsterdam (bestuurslid)
prof.dr. R.F. Curtain	RU Groningen
dr. G. van der Hoek	EU Rotterdam
prof.dr. G.J. Olsder	TU Delft
dr.ir. J. van der Wal	TU Eindhoven
prof.dr. W.H.M. Zijm	CQM Philips Eindhoven/TU Eindhoven

### *Algemeen*

De Werkgemeenschap heeft tot taak:

- de inventarisatie, coördinatie, stimulering en evaluatie van het onderzoek op haar terrein, in het bijzonder in zoverre dit onderzoek mede gesubsidieerd wordt door de SMC;
- het bevorderen van onderlinge samenwerking en ondersteuning;
- het informeren van en adviseren aan de Wetenschapscommissie ter zake van de ontwikkeling en de voortgang van de wetenschapsbeoefening op haar terrein.

Een afbakening van het werkgebied in termen van de Mathematics Subject Classification (1980) kan als volgt worden gegeven:

49-XX Calculus of variations and optimal control; optimization

90Bxx Operations research and management science

90Cxx Mathematical programming

90Dxx Game theory

93-XX Systems theory; control

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

De Werkgemeenschap droeg bij aan de organisatie van de *Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research* die plaatsvond van 14 t/m 16 januari in het congrescentrum 'De Blijde Werelt' te Lunteren. Hier werd ook, op 15 januari, de algemene ledenvergadering gehouden. Ook verleende de Werkgemeenschap haar auspiciën aan de *1987 Benelux Meeting on Systems and Control*, die van 21 t/m 23 januari werd gehouden in Houthalen (België). De Werkgemeenschapscommissie kwam eenmaal bijeen, te weten op 25 augustus te Utrecht.

### *Newsletter en Nieuwsbrief*

In mei verscheen een aflevering van de *Newsletter on the Mathematics of Operations Research and System Theory in the Netherlands*, bevattende een overzicht van de in 1986 verschenen publikaties van de leden van de Werkgemeenschap en een adreslijst van de leden van de Werkgemeenschap. Verder verscheen in juni een aflevering van de *Nieuwsbrief van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie*. Hierin is onder meer een beschrijving opgenomen van de onderzoeksprojecten waar leden in participeren. De *Newsletter* en de *Nieuwsbrief* zijn bij de secretaris verkrijgbaar.

## WERKGEMEENSCHAP DISCRETE WISKUNDE

*Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december was de Werkgemeenschapscommissie als volgt samengesteld:

prof.dr.ir. H.C.A. van Tilborg	OU/TU Eindhoven (voorzitter)
dr.ir. W.H. Haemers	KU Brabant (secretaris)
prof.dr. A.E. Brouwer	TU Eindhoven/CWI
dr. A.M. Cohen	CWI
prof.dr. H.J.A. Duparc	TU Delft
dr. P. van Emde Boas	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. J.M. Goethals	Univ. Cath. de Louvain
prof.dr. C. Hoede	Universiteit Twente
dr. R.H. Jeurissen	KU Nijmegen
prof.dr. H.W. Lenstra, Jr.	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. J.H. van Lint	TU Eindhoven
dr. H.M. Mulder	VU Amsterdam
prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk	TU Eindhoven
dr. P.A.J. Scheelbeek	RU Groningen
prof.dr. A. Schrijver	KU Brabant/CWI
prof.dr. J.J. Seidel	TU Eindhoven
prof.dr. J.A. Thas	Rijksuniversiteit Gent
prof.dr. C. de Vroedt	TU Delft

Het nieuwe bestuur trad aan op 15 april 1987.

*Algemeen*

De Werkgemeenschap beoogt alle Nederlandstalige onderzoekers op het gebied van de discrete wiskunde (grootweg 1980 Mathematics Subject Classification groepen 05, 20, 51, 62, 68, 94) te verenigen. De Werkgemeenschap heeft tot doel:

- de coördinatie, stimulering en evaluatie van het onderzoek op haar terrein, in het bijzonder in zoverre dit onderzoek mede gesubsidieerd wordt door de SMC;
- het bevorderen van onderlinge samenwerking en ondersteuning en het uitwisselen van informatie;
- het informeren van en adviseren aan de Wetenschapscommissie ter zake van de ontwikkeling en voortgang van de wetenschapsbeoefening op haar terrein.

De Werkgemeenschap telde per 31 december 87 Nederlandse en 23 Belgische leden.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

De Werkgemeenschapscommissie vergaderde tijdens het *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres* op 15 april aan de RU Utrecht. Aansluitend vond de jaarvergadering van de Werkgemeenschap plaats.

Er werden twee *Combinatorische Dagen* georganiseerd: op 30 januari de *Zesde Combinatorische Dag* aan de TU Delft en op 28 augustus de *Zevende Combinatorische Dag* aan de TU Eindhoven.

Voor een gedetailleerd verslag van de wetenschappelijke bijeenkomsten wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag in Deel II.

### *Informatiebulletin*

In 1987 verschenen twee afleveringen van het informatiebulletin *Discreet Nederland*.

## WERKGEMEENSCHAP ANALYSE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december bestond de Werkgemeenschapscommissie uit de volgende leden:

prof.dr. E.G.F. Thomas	RU Groningen (voorzitter)
<i>Subcommissie Theoretische Analyse</i>	
prof.dr. J.J. Duistermaat	RU Utrecht (voorzitter)
prof.dr. H. Bart	EU Rotterdam
prof.dr. Ph. Clément	TU Delft
prof.dr. L.S. Frank	KU Nijmegen
dr. G.J. Heckman	RU Leiden
dr. J.A.C. Kolk	RU Utrecht
<i>Subcommissie Toegepaste Analyse</i>	
dr. A. van Harten	RU Utrecht (voorzitter)
prof.dr. O. Diekmann	CWI/RU Leiden
dr. E.W.C. van Groesen	Universiteit Twente
prof.dr.ir. A.T. de Hoop	TU Delft
prof.dr. H.A. Lauwerier	Universiteit van Amsterdam/CWI
prof.dr.ir. L.A. Peletier	RU Leiden

Het secretariaat werd gevoerd door mw. L. Vasmel-Kaarsemaker (CWI).

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

De 7de jaarvergadering van de Werkgemeenschap werd gehouden tijdens het *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres* aan de RU Utrecht op 15 april. Op deze vergadering werden H. Bart, G.J. Heckman, E.W.C. van Groesen en L.A. Peletier als nieuwe bestuursleden gekozen.

De commissie vergaderde op 2 september in het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam. Beoordeeld werden tien nieuwe subsidieaanvragen en zes continueringsaanvragen.



*Nieuwsbrief*

Van de nieuwsbrief *Nieuws Analyse* verschenen de afleveringen 17 (januari) en 18 (juli).

## LANDELIJK SAMENWERKINGSVERBAND ALGEBRA EN MEETKUNDE

*Samenstelling Coördinatiecommissie*

De coördinatiecommissie was op 31 december als volgt samengesteld:

prof.dr. E.J.N. Looijenga	KU Nijmegen (voorzitter)
prof.dr. M. van der Put	RU Groningen (secretaris)
prof.dr. P.C. Baayen	CWI/VU Amsterdam
dr. F. Beukers	RU Utrecht
prof.dr. T.A. Springer	RU Utrecht

*Algemeen*

In de coördinatiecommissie werd prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. opgevolgd door dr. F. Beukers. Er is geen aanleiding geweest voor een formele vergadering van de coördinatiecommissie.

*Nieuwsbulletin*

In 1987 verscheen één nummer van het nieuwsbulletin: *Een Gemeenschappelijke Noemer*. Zoals steeds was dr. A.M. Cohen de samensteller daarvan en de publikatie werd verzorgd door het CWI.

## LANDELIJK SAMENWERKINGSVERBAND LOGICA EN GRONDSLAGEN VAN DE WISKUNDE

*Samenstelling Coördinatiecommissie*

Op 31 december was de coördinatiecommissie als volgt samengesteld:

prof.dr. D. van Dalen	RU Utrecht (coördinator)
drs. H.C. Doets	Universiteit van Amsterdam (secretaris)

*Algemeen*

De doelstelling van het LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde is het verrichten van onderzoek en onderwijs in de mathematische logica en grondslagen van de wiskunde, inclusief toepassingen in verwante gebieden.

*Nieuwsbrief*

Het LSV heeft geen eigen nieuwsbrief. De leden ontvangen soms de *European Newsletter for Logic (ENL)*. De landelijke correspondent verschaft informatie aan de redacteur van de ENL.

## SAMENWERKINGSVERBAND FOM/SMC MATHEMATISCHE FYSICA

### *Samenstelling Bestuurscommissie*

De bestuurscommissie was op 31 december als volgt samengesteld:

prof.dr. W. Vervaat	KU Nijmegen (voorzitter)
dr. J. Maassen	KU Nijmegen (secretaris)
dr. P. Bongaarts	RU Leiden
prof.dr. E.M. de Jager	Universiteit van Amsterdam
prof.dr. C. van der Leun	RU Utrecht/FOM
prof.dr.ir. L.A. Peletier	RU Leiden/SMC

### *Algemeen*

Het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica is een interdisciplinair werkverband dat ten doel heeft de bevordering van het wetenschappelijk onderzoek op het interdisciplinaire gebied van de mathematische fysica.

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

Het Samenwerkingsverband organiseerde de volgende bijeenkomsten:

- De *Conferentie Mathematische Fysica 1987*, Lunteren, 23 en 24 maart;
- Vergaderingen van de voltallige bestuurscommissie op 16 september en 24 november;
- Maandelijkse bijeenkomsten van een deel van het bestuur.

### *Nieuwsbrief*

In 1987 is geen nummer van de *Nieuwsbrief Mathematische Fysica* verschenen.

# JAARREKENING 1987

Balansen per 31 december 1987 en 1986

ACTIVA	1987	1986	PASSIVA	1987	1986
	<i>f</i>	<i>f</i>		<i>f</i>	<i>f</i>
1.1 Belegde fondsen	206.605,00	226.891,00	2.1 Fondsen	207.915,53	231.047,96
1.2 Vaste activa	p.m.	p.m.	2.2 Stichtingskapitaal	150,00	150,00
1.3 Vorderingen op lange termijn	1.473.376,33	1.534.008,02	2.3 Voorzieningen	1.354.451,97	1.402.583,66
1.4 Vorderingen op korte termijn	4.104.566,33	4.162.350,61	2.4 Schulden op lange termijn	125.000,00	137.500,00
1.5 Liquide middelen	<u>2.618.313,88</u>	<u>1.037.794,48</u>	2.5 Schulden op korte termijn	<u>6.715.344,04</u>	<u>5.189.762,49</u>
	<u>8.402.861,54</u>	<u>6.961.044,11</u>		<u>8.402.861,54</u>	<u>6.961.044,11</u>

Rekeningen van baten en lasten gewone dienst over 1987 en 1986 \*)

LASTEN	1987	1986	BATEN	1987	1986
	<i>f</i>	<i>f</i>		<i>f</i>	<i>f</i>
3.1 Personele kosten	14.397.245,74	13.858.988,25	4.1 Subsidies en andere bijdragen	16.891.639,45	16.142.239,56
3.2 Materiële kosten	2.595.437,25	2.398.248,93	4.2 Opdrachten en cursussen	1.436.435,36	1.517.331,88
3.3 Overige kosten	2.001.587,19	1.991.774,71	4.3 Verkoop publikaties	163.348,26	131.985,47
3.4 Voordelig saldo	<u>55.515,99</u>	<u>30.193,47</u>	4.4 Overige inkomsten	<u>558.363,10</u>	<u>487.648,45</u>
	<u>19.049.786,17</u>	<u>18.279.205,36</u>		<u>19.049.786,17</u>	<u>18.279.205,36</u>

Rekeningen van baten en lasten buitengewone dienst 1987 en 1986

LASTEN	1987	1986	BATEN	1987	1986
	<i>f</i>	<i>f</i>		<i>f</i>	<i>f</i>
5.1 Rekenapparatuur	1.450.000,00	1.600.000,00	6.1 Subsidies	1.750.000,00	1.900.000,00
5.2 Bijdrage in de kapitaalsdienst					
SARA	<u>300.000,00</u>	<u>300.000,00</u>			
	<u>1.750.000,00</u>	<u>1.900.000,00</u>		<u>1.750.000,00</u>	<u>1.900.000,00</u>

\*) De vergelijkende cijfers 1986 zijn aangepast aan de presentatie 1987.

# JAARREKENING 1987

## TOELICHTING

### Algemeen

Het toegepaste systeem van waardering en resultaatbepaling is ongewijzigd ten opzichte van het vorige boekjaar. De waarderingsgrondslagen zijn hierna uiteengezet bij de toelichting op de afzonderlijke balanshoofden; voor zover niets is vermeld, geschiedt de waardering tegen nominale waarde. Het resultaat wordt bepaald als verschil tussen de in het begrotingsjaar ontvangen respectievelijk aan het begrotingsjaar toe te rekenen subsidies en vergoedingen voor verrichte diensten enerzijds en de kosten anderzijds. De in deze toelichting tussen haakjes geplaatste bedragen hebben betrekking op het boekjaar 1986.

### Balans

#### Posten

#### 1.1 en 2.1

De belegde fondsen bestaan uit effecten, die uit een schenking en een nalatenschap werden verkregen. De beleggingen zijn gewaardeerd tegen de officiële beurskoersen per balansdatum. Resultaten behaald met de beleggingen worden rechtstreeks toegevoegd aan de fondsen (post 2.1).

#### Post 1.2

De duurzame activa zijn p.m. opgevoerd, omdat de jaarlijkse aanschaffingen direct ten laste van de lopende rekeningen van baten en lasten gewone dan wel buitengewone dienst worden gebracht. Onder de duurzame activa worden gerekend de bezittingen inventaris, bibliotheek, rekenapparatuur en accessoires, technische voorzieningen alsmede kantoorautomatisering.

#### Post 1.3

Deze post is als volgt samengesteld:

a) Vordering op de gemeente Amsterdam (zie ook post 2.4)	f	118.924,36	(f	131.424,36)
b) Depot Centraal Beheer		1.354.451,97	(	1.402.583,66)
				-----
	f	<u>1.473.376,33</u>	(f	<u>1.534.008,02</u> )

#### Post 1.4

Deze post is als volgt samengesteld:

1.4.1 Te ontvangen subsidies en andere bijdragen				
1.4.1.1 ZWO subsidie Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen	f	130.369,20	(f	38.185,40)
Investeringssubsidie 1987		300.000,00	(	-,-)
Investeringssubsidies (restant 1986)		16.532,76	(	20.419,14)
Intentioneel Apparatuur Schema (I.A.S.)		299.120,40	(	420.000,00)
1.4.1.2 ESPRIT e.d., per saldo		174.292,42	(	374.913,91)
1.4.1.3 Gemeente Amsterdam		15.421,88	(	15.687,50)
1.4.1.4 Vrije Universiteit		-,-	(	75.000,00)
1.4.1.5 Koninklijke Shell Exploitatie en Productie Laboratorium		100.000,00	(	-,-)
1.4.2 Opdracht- en Cursusdebiteuren		749.090,93	(	624.282,47)
1.4.3 Overige debiteuren		1.625.322,05	(	2.136.218,05)
1.4.4 Te ontvangen en vooruitbetaalde posten		694.416,69	(	457.644,14)
				-----
	f	<u>4.104.566,33</u>	(f	<u>4.162.350,61</u> )

#### Post 2.3

In verband met de overgang per 1 januari 1980 naar het Algemeen Burgerlijk Pensioenfonds heeft ZWO voor 1980 het toegekend subsidie gewone dienst verhoogd met f 1.000.000,-. Dit bedrag is bij Centraal Beheer in depot (opgenomen onder post 1.3) gestort en bestemd voor de financiering van de backservice van de aldaar verzekerde werknemers. De stand van de voorziening (en het depot) per 31 december 1987 is gebaseerd op van Centraal Beheer tot die datum ontvangen afrekeningen. Het bedrag van de voorziening is beschikbaar voor veiligstelling van de bij Centraal Beheer ondergebrachte pensioenrechten uit de jaren vóór 1 januari 1980.

Post 2.4 Deze post bestaat uit het restant van een geldlening (oorspronkelijke groot f 500.000,--) welke in 1957 is gesloten bij de Postbank ter financiering van de verbouwing van de panden Ze Boerhaavestraat 49-51. De looptijd van de lening is 40 jaar en het rentepercentage 4,25. De hier tegenoverstaande vordering op de Gemeente Amsterdam is opgenomen onder de post 1.3a, zie aldaar. De Gemeente Amsterdam, die eigenaar is van de bovengenoemde panden, heeft zich borg gesteld voor de nakoming van de door de Stichting Mathematisch Centrum aangegane verplichtingen. Jaarlijks stelt de Gemeente Amsterdam een subsidie beschikbaar voor de betaling van de rente en aflossing van de lening.

Post 2.5

Hieronder zijn opgenomen:

2.5.1	Verplichtingen wegens bestellingen	f	792.737,21	(f	1.035.722,78)
2.5.2	Crediteuren		1.285.904,96	(	932.920,46)
2.5.3	Nog te betalen en vooruit ontvangen posten		2.687.903,74	(	1.420.668,59)
2.5.4	Nog te besteden investeringssubsidies		1.416.887,47	(	1.191.812,52)
2.5.5	Nog te besteden subsidie INSP		476.394,67	(	578.444,67)
2.5.6	Te verrekenen met de Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO		55.515,99	(	30.193,47)

f	<u>6.715.344,04</u>	(f	<u>5.189.762,49)</u>
---	---------------------	----	----------------------

Ad 2.5.4

Deze post betreft de nog niet bestede investeringssubsidies

Stand op 1 januari 1987 (1986)

Uit dit saldo gedane investeringen

f	1.191.812,52	(f	1.134.141,18)
	6.055,00	(	120.214,25)

Nog beschikbaar uit voorgaande subsidies

Bij: Toegekende subsidie buitengewone dienst 1987 (1986)

Prijs- en taxatieverschillen en opbrengst verkoop/verhuur apparatuur

f	1.185.757,52	(f	1.013.926,93)
	1.750.000,00	(	1.900.000,00)
	156.592,23	(	151.054,24)

Af: Investerings inclusief bijdrage kapitaalsdienst SARA

f	3.092.349,75	(f	3.064.981,17)
	1.675.462,28	(	1.873.168,65)

f	<u>1.416.887,47</u>	(f	<u>1.191.812,52)</u>
---	---------------------	----	----------------------

Ad 2.5.5

Stand op 1 januari 1987 (1986)

Toegekend subsidie

f	578.444,67	(f	533.444,67)
	2.000.000,00	(	2.000.000,00)

Onttrokken ten gunste van de buitengewone dienst

f	2.578.444,67	(f	2.533.444,67)
	100.000,00	(	250.000,00)

Onttrokken ten gunste van de gewone dienst (bestede aan Personeelskosten incl.

opslag materiële kosten en overhead)

Stand per 31 december 1987 (1986)

f	2.478.444,67	(f	2.283.444,67)
	2.002.050,00	(	1.705.000,00)

f	<u>476.394,67</u>	(f	<u>578.444,67)</u>
---	-------------------	----	--------------------

Ad 2.5.6

Het met ZWO te verrekenen bedrag bestaat uit:

a) Het voordelig/nadelig saldo Landelijke Samenwerkingsverbanden en

Werkgemeenschappen

b) Het voordelig saldo op de exploitatie van het CWI

f	54.154,04	(f	-/-35.670,60)
	1.361,95	(	65.864,07)

Voordelig saldo over het boekjaar 1987 (1986)

f	<u>55.515,99</u>	(f	<u>30.193,47)</u>
---	------------------	----	-------------------

REKENING VAN BATEN EN LASTEN GEWONE DIENST

Post 3.1	Onder deze post zijn opgenomen de personele lasten van:		
	a) De Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen	f 1.673.386,38	(f 1.823.644,59)
	b) Het Centrum voor Wiskunde en Informatica	12.723.859,36	( 12.035.343,66)
		<u>f 14.397.245,74</u>	<u>(f 13.858.988,25)</u>
Post 3.2	Hierin zijn o.m. begrepen de aanschaffing van duurzame activa voor een bedrag van:	f 707.587,74	(f 571.285,21)
Post 3.3.	Deze post is samengesteld uit:		
	Bijdrage gemeenschappelijke voorzieningen Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer	f 221.986,03	(f 211.701,50)
	Buitenlandse bezoekers (via Vertrouwenscommissie Wiskundig Genootschap)	79.601,16	( 80.073,21)
	Bijdrage in de exploitatie van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam	1.700.000,00	( 1.700.000,00)
		<u>f 2.001.587,19</u>	<u>(f 1.991.774,71)</u>
Post 4.1	De volgende subsidies en bijdragen werden ontvangen:		
	a) Ten behoeve van de Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen van:		
	- ZWO	f 1.743.000,00	(f 1.800.000,00)
	b) Ten behoeve van het Centrum voor Wiskunde en Informatica van:		
	- ZWO	11.093.000,00	( 11.048.000,00)
	- PPI	88.866,00	( 120.572,15)
	- SION	97.112,24	( 82.481,40)
	- Informatica Stimuleringsplan INSP	2.002.050,00	( 1.705.000,00)
	- Commissie Europese Gemeenschappen ESPRIT	1.650.158,43	( 1.261.003,87)
	- Vrije Universiteit	75.000,00	( 75.000,00)
	- Stichting voor de Technische Wetenschappen STW	---	( 30.593,15)
	- Nationale Faciliteit Informatica NFI	125.782,78	( 19.588,99)
	- Overige subsidies (Shell)	16.670,00	( ---)
		<u>f 16.891.639,45</u>	<u>(f 16.142.239,56)</u>
Post 4.2	De inkomsten uit cursussen bedroegen	f 78.729,12	(f 71.232,20)

REKENING VAN BATEN EN LASTEN (BUITENGEWONE DIENST)

Posten 5.1,	De volgende subsidies werden ontvangen:		
5.2 en 6.1	- Nederlandse organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek, ZWO	f 900.000,00	(f 900.000,00)
	- Informatica Stimuleringsplan INSP	100.000,00	( 250.000,00)
	- Intentioneel Apparatuur Schema IAS	750.000,00	( 750.000,00)
		<u>f 1.750.000,00</u>	<u>(f 1.900.000,00)</u>
	Toegevoegd aan de post Nog te besteden investeringssubsidies (post 2.5.4)		

ACCOUNTANTSVERKLARING

Wij hebben de jaarrekening 1987 van de Stichting Mathematisch Centrum te Amsterdam gecontroleerd en daarbij op grond van ons onderzoek een goedkeurende verklaring afgegeven.  
De hierbij opgenomen verkorte jaarrekening is ontleend aan deze jaarrekening en is toereikend in het kader van het jaarverslag 1987.

Amsterdam, 3 mei 1988

. Van Dien + Co

Deel II

Wetenschappelijk Deel





## Inleiding

Het beleid ten aanzien van het wetenschappelijk onderzoek in het verslagjaar kenmerkt zich vooral door de zorg over de continuïteit in de groei van het informatica-onderzoek en het behoud van het evenwicht tussen wiskunde en informatica.

Voor de versterking van het informatica-onderzoek conform het Ontwikkelingsplan Informatica-onderzoek, moest naast de tot 1989 beschikbaar gestelde 10 mln., naar andere middelen worden gezocht. De voor 1987 toegekende middelen voor het Ontwikkelingsplan werden hoofdzakelijk besteed voor bekostiging van de extra aangestelde onderzoekers. In het Ontwikkelingsplan werden negen projecten voorgesteld, die zouden moeten worden gestart of versterkt. Dit werd al voor 1987 gerealiseerd voor de volgende projecten (binnen de mogelijkheden van het beperkter beschikbare budget): *Interactieve planningsmethoden (MB1)*, *Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken (MB2)*, *Vectoralgoritmen (NW6)*, *Interactieve systemen (IS)*, *Gespreide bedrijfssystemen (AA2)*, *Gedistribueerde informatiesystemen (AA4)* en *Expertsystemen en andere aspecten van kunstmatige intelligentie (AP5)*. Na een grondige verkenningfase kon in 1987 ook het onderzoek naar Verwerking en reconstructie van beelden van start gaan. Het CWI organiseerde in dit kader het najaarssymposium van het Wiskundig Genootschap, met als onderwerp 'Wiskundige aspecten van beeldverwerking', terwijl een werkgroep zich wierp op de problemen van de Mathematische Morphologie. Door de start van een project *Logische aspecten van kunstmatige intelligentie* kon eindelijk ook het onderzoek in de kunstmatige intelligentie meer gewicht krijgen. Deze prioriteit uit Ontwikkelingsplan kon door gebrek aan middelen niet eerder worden gerealiseerd. Het project *Gedistribueerde algoritmen* kon niet worden gestart, dit was vooral bedoeld als theoretische ondersteuning voor de bovengenoemde AA2 en AA4. Overigens was ook de

versterking van AA2 te gering.

De teruggang in reguliere middelen voor het CWI-onderzoek, veroorzaakt door gelijkblijvend of teruglopend ZWO-subsidie bij verhoging van de exploitatiekosten door duurdere infrastructuur en ondersteuning, maakt het zeer moeilijk om de noodzakelijke reallocatie in en uitbreiding van het wiskunde-onderzoek te realiseren en daarmee de aansluiting bij de internationale ontwikkelingen te kunnen blijven behouden. In 1987 werd een intensieve discussie gevoerd die resulteerde in de Beleidsnota CWI. In deze nota werden de prioriteiten in het onderzoek van het CWI aangegeven, alsmede de financiële consequenties van het voorgestelde beleid. Met een bescheiden verhoging van het budget zouden belangrijke stappen voorwaarts kunnen worden gedaan.

Vooruitlopend op het beleid voor 1988 en volgende jaren werden reeds enige ombuigingen gerealiseerd. In de numerieke wiskunde werd de aandacht gericht op het ontwerpen van *Algoritmen voor vectorcomputers*, alsmede op het uitvoeren van *Halfgeleiderberekeningen* en de studie van *Adaptieve roostertechnieken*. Een interessante opdracht kwam van de European Space Agency, om de op het CWI opgebouwde expertise op het gebied van Euler-vergelijkingen toe te passen op berekeningen voor het Europese ruimteveer *Hermes*. Voorts werd een begin gemaakt met onderzoek naar het gebruik van software bij het statistisch onderzoek (Computational statistics). De ervaring opgedaan in het ABC-project (ABC is een op het CWI ontworpen eenvoudige gestructureerde programmeertaal) wordt nu gebruikt bij nieuw onderzoek op het gebied van *Mens-computer interfaces*. Tenslotte werd een begin gemaakt met onderzoek naar intelligente CAD-systemen in het project *IIICAD* (= Intelligent, Integrated, Interactive Computer Aided Design).

Onderdeel van het beleid is een regelmatige evaluatie van het onderzoek door internationale 'visiting committees' per vakgebied. Hiermee werd in 1987 een begin gemaakt voor het gebied Statistiek, Stochastiek en Systeemtheorie. Onafhankelijk hiervan blijven de vakadviescommissies voor de wetenschappelijke afdelingen functioneren.

De belangrijke rol die het CWI speelt bij het Nederlandse onderzoek in wiskunde en informatica moge wel blijken uit de vele samenwerkingsprojecten waarvan dit jaarverslag getuigt. Van belang zijn hierbij zeker ook de door de Europese Commissie gesubsidieerde projecten (ESPRIT, COST-11 e.a.) en de STW-projecten. Maar ook het via SPIN gefinancierde onderzoek, het onderzoek dat wordt gefinancierd uit de NFI-middelen. Het CWI geeft veel aandacht aan samenwerking met het bedrijfsleven en commercialisering van CWI-kennis. In 1987 werden twee door Shell in het voorgaande jaar aangeboden fellowships vervuld. Het onderzoek op deze posities betreft *Combinatorial algorithms for planning and scheduling* en *Inverse verstrooiing en beeldverwerking van seismische signalen*. Op het gebied van grafische programmatuur werd PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System) aangeboden aan ISO en ANSI, terwijl de commerciële exploitatie van S-GKS (het Graphical Kernel System) met succes werd uitgevoerd door de bedrijven Systeem Experts B.V. en Prior Data Sciences Ltd.

Een belangrijk deel van het strategisch-industriële onderzoek op het CWI vindt plaats in het kader van het ESPRIT-programma, met deelname in METEOR, GIPE, nr. 415 (Parallel Architectures and Language for AIP - a VLSI directed approach), DIAMOND en VIP. In 1987 werden reeds voorbereidingen getroffen voor deelname van het CWI in ESPRIT II.

In de sfeer van opdrachten waren er de ontwikkeling van een grafisch systeem ten behoeve van de Nederlandse Spoorwegen voor het hanteren van rangeerruimte op emplacementen, en een systeem voor de toewijzing van vliegtuigen aan laad- en losplaatsen op de Luchthaven Schiphol. Enkele banken toonden zich geïnteresseerd in cryptografisch onderzoek. Met de Universiteit Twente kwam samenwerking van de grond op het gebied van flexibele automatisering (het SPIN-project FLAIR). Ook ging in 1987 het ISNAS-project van start (samenwerking met zes Nederlandse instellingen). Met Rijkswaterstaat werd de samenwerking voortgezet op het gebied van shallow-water equations (ook het Waterloopkundig Laboratorium is hierbij betrokken) en de basispeilen Noordzee.

Van de vele publikaties die in 1987 tot stand kwamen (een volledige lijst is elders opgenomen) willen we hier de volgende noemen.

De CWI Monograph serie werd voortgezet met nr. 5 *One-Parameter Semigroups* door Ph. Clément en H.J.A.M. Heijmans, en nr. 6 *Program Correctness over Abstract Data Types with Error State Semantics* door J.V. Tucker en J.I. Zucker (de laatste verschijnt begin 1988). Van J. Grasman verscheen het boek *Asymptotic Methods for Relaxation Oscillations and Applications* bij Springer, terwijl Th.J. Dekker, H.A. van der Vorst en H.J.J. te Riele de uitgave verzorgden van *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers* (North-Holland), een boek gebaseerd op het nationale colloquium over dit onderwerp, dat in de loop van 1985 en 1986 op het CWI is gehouden.

Voorts kwam bij Reidel het eerste deel uit (de letters A en B) van de Engelse vertaling van de *Russische Encyclopedie der Wiskunde*, een project onder leiding van het CWI met aanzienlijke inbreng van diverse medewerkers.

Een geheel andersoortige uitgave was het *Information Technology Atlas - Europe* (North-Holland), samengesteld door International Organisations Services B.V. (Amsterdam), J.C.P. Bus (CWI) en Wedgwood & Company, Ltd. (Londen), in samenwerking met de Commission of the European Communities.

Tenslotte verdient vermelding het voor een breed publiek in het Nederlands geschreven boek *Fractals: meetkundige figuren in eindeloze herhaling* (uitgeverij Aramith) door H.A. Lauwerier.

Het CWI organiseerde (mede) diverse conferenties en workshops. In april vond een workshop plaats in Noordwijkerhout over *IIICAD*, en in augustus organiseerde het CWI de jaarlijkse *Eurographics* conferentie in Amsterdam, voorafgegaan door een workshop over *Graphics Hardware*. Het CWI nam deel in de voorbereiding en het programma van de *PARLE*-conferentie (over omgevingen voor parallele architecturen en talen) in juni te Eindhoven. In december werd tenslotte in Amsterdam de conferentie *Frontiers in Computing* georganiseerd door FIT (Frontiers in Information Technology), een internationale raamorganisatie onder auspiciën van het CWI.

Het CWI is bewust gaan werken aan betere kennisoverdracht door middel van cursussen. Naast de reeds jaren lopende postacademiale cursussen over onderwerpen zoals *PROLOG* en *Software Engineering*, en de jaarlijkse vacanti cursus voor leraren (dit jaar over 'De personal computer en de wiskunde op school') gaf het CWI voor het eerst ook een cursus op commerciële basis over Vector- en parallel rekenen, met een twintigtal deelnemers. Ook nam het Centrum deel aan de tweede-fase beroepsopleiding in de informatica (samen met de beide Amsterdamse universiteiten en de Rijksuniversiteit Utrecht).

Voor gedetailleerde verslagen van het vele onderzoek dat in het verslagjaar bij het CWI kon worden verricht, alsmede van de symposia, conferenties en vele andere wetenschappelijke activiteiten wordt verwezen naar het vervolg van dit wetenschappelijk verslag.

In het volgende hoofdstukje geven we traditiegetrouw een uitvoeriger toelichting op enkele specifieke onderzoeksprojecten. Dit jaar zijn daartoe gekozen het project *Semiparametrische statistiek* van het CWI en *Diophantische approximaties* als één van de landelijke projecten.

## SEMIPARAMETRISCHE STATISTIEK (K.O. Dzharidze)

### *Inleiding*

In de statistiek worden de laatste tijd semiparametrische modellen intensief bestudeerd. De bedoeling is om de voordelen van parametrische en niet-parametrische modellering van een rij waarnemingen te combineren. De parametrische benadering wordt gebruikt als onze kennis van het onderliggende verschijnsel ons in staat stelt dit te beschrijven als een statistisch model met een gering aantal numerieke parameters, zoals steekproefgemiddelde, standaarddeviatie, enz. Ontbreekt die kennis, dan moeten we gebruik maken van niet-parametrische modellen. In bepaalde gevallen kan het model voor een deel geparametriseerd worden (semiparametrische benadering).

Het CWI heeft de laatste jaren veel aandacht geschonken aan de problemen betreffende het efficiënt schatten voor onbekende parameterwaarden in semiparametrische modellen. Onder meer werden het principe van de grootste aannemelijkheid en partieel gespecificeerde modellen bestudeerd in aanwezigheid van abstracte parameters.

### *Parametrisch, niet-parametrisch, semiparametrisch*

Wetenschappelijke kennis wordt vaak gebaseerd op waarnemingen van *stochastische* aard: de waargenomen waarden zijn gedeeltelijk door het toeval bepaald. Voorbeelden, ontleend aan CWI-onderzoek op dit gebied, zijn: waarnemingen van de verkeersstroom op een snelweg, waterstanden langs de zee kust, analyse van overlevingsduren (m.b.t. een medische behandeling). De bedoeling hier is het verschijnsel te beschrijven door *statistische modellen* te bouwen, teneinde kwantitatieve conclusies te kunnen trekken. Een statistisch model bestaat in het algemeen uit de ruimte van alle mogelijke gebeurtenissen (bijvoorbeeld als de waarnemingen bestaan uit tellingen hoe vaak een bepaalde

gebeurtenis voorkomt, dan is deze ruimte de rij natuurlijke getallen  $0, 1, 2, \dots$ ), waarbij aan elke gebeurtenis een zekere waarschijnlijkheid wordt toegekend. Zo'n waarschijnlijkheidsmaat kan in sommige gevallen worden beschreven door een aantal parameters, en het is dan zaak de waarden van deze parameters te schatten op basis van de waarnemingen. Het is echter ook mogelijk zonder parametrisatie statistische beweringen te produceren. We zullen een aantal voorbeelden onder de loep nemen.

Bij het schijfschieten weet men dat de spreiding in de treffers bepaald wordt door fluctuaties rond een gemiddelde positie ten gevolge van allerlei willekeurige invloeden. De distributie van de treffers laat zich goed beschrijven door een normale verdeling, gekarakteriseerd door twee parameters: de gemiddelde waarde en de standaarddeviatie. Dit is het eenvoudigste voorbeeld van een zuiver *parametrisch model*.

Stel dat men bepaalde numerieke eigenschappen van twee onbekende populaties wil vergelijken op grond van twee onafhankelijke steekproeven uit deze populaties. Men kan hierbij denken aan een groep patiënten en een controlegroep bij het testen van de uitwerking van een bepaald geneesmiddel, waarbij we willen onderzoeken of er een significant statistisch effect te bespeuren is. Hier heeft men - althans in het begin - geen flauw idee hoe de verdeling van de waarnemingen in beide groepen moet worden geparаметriséerd. De hier vaak toegepaste methode (de bekende Wilcoxon twee-steekproeven toets) is een andere manier van statistische analyse namelijk *niet-parametrische statistiek*, die vooral sinds 1950 is ontwikkeld.

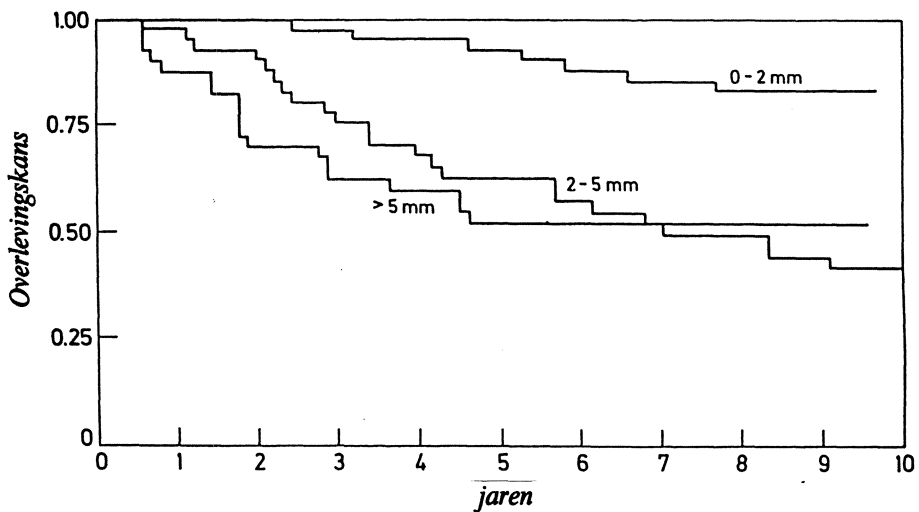
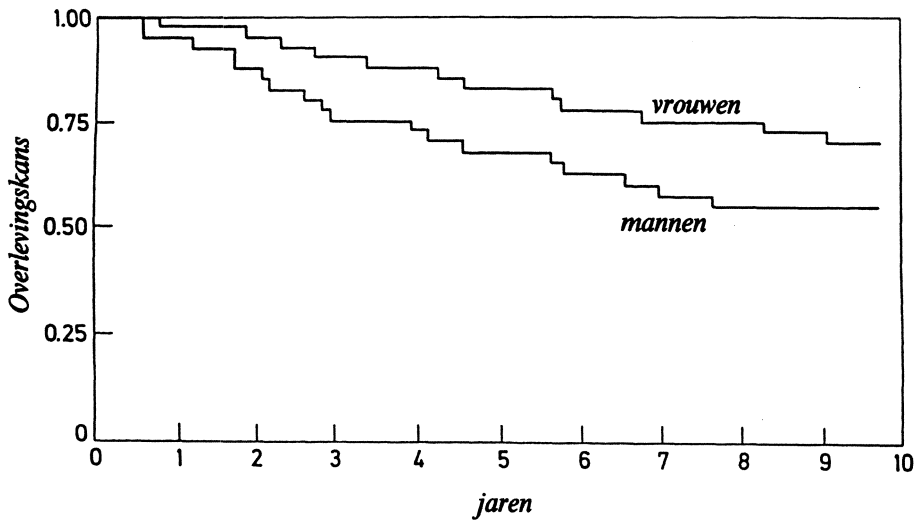
Het derde voorbeeld stamt uit de analyse van overlevingsduren van patiënten na een bepaalde medische behandeling (bijvoorbeeld harttransplantatie). De statistische aspecten van deze waarnemingen worden het best gemengd gemodelleerd, in een *semiparametrisch model*. Een beroemd model - en een prachtig voorbeeld van de semiparametrische benadering - is Cox's regressiemodel. De overlevingsduur van patiënt  $i$  wordt gemodelleerd met behulp van de z.g. 'hazard rate'  $h_i(s)$ , de voorwaardelijke kans om op een dag  $s$  te overlijden, gegeven dat men  $s-1$  dagen heeft overleefd. Als  $z_i$  de vector is van relevante waarneembare informatie omtrent de patiënt, zoals leeftijd en geslacht (gecodeerd als getal), dan veronderstelt Cox's model dat de hazard rate kan worden geschreven als  $h_i(s) = g(s) \cdot \exp(\beta z_i)$ . Hier is  $g(s)$  een algehele hazard rate voor alle patiënten, en  $\beta$  een vector van onbekende coëfficiënten, overeenkomend met de regressiecoëfficiënten in een normaal regressiemodel. De uitdrukking bestaat uit een niet-parametrisch deel  $g(s)$  en een exponentieel deel, geparаметriséerd door de eindig-dimensionale vector  $\beta$ . De parametrische component wordt eindig-dimensionaal of Euclidisch genoemd en het niet-parametrische deel oneindig-dimensionaal of functionaal. De Euclidische parameters zijn in deze modellen vaak de belangrijkste, terwijl de functionale (of abstracte) parameters storende grootheden voorstellen. Een andere statistische methode, de z.g. *bootstrap resampling* kan men ook semiparametrisch benaderen. Hier wordt vaak gebruik gemaakt van niet-parametrische methoden gebaseerd op de empirische verdelingsfunctie - die dezelfde kans  $1/n$  aan elk van  $n$  waarnemingen  $x_1, \dots, x_n$  toekent - om de nauwkeurigheid van schattingen

aan te geven in bijvoorbeeld parametrische modellen. Bij toepassing van de bootstrap wordt m.b.v. Monte-Carlo een groot aantal steekproeven (met teruglegging) gegenereerd uit de empirische verdeling van de waarnemingen. Semiparametrische modellen zijn veelal rekenintensief (vaak gaat het om de iteratieve oplossing van grote stelsels vergelijkingen). Met de huidige mogelijkheden die de computer biedt wordt dit echter niet langer als een ernstige belemmering gezien.

### *Efficiënte schatters*

Een algemene vorm van statistische inferentie is het schatten van parameters door uit de rij waarnemingen z.g. schatters te construeren. Stel dat metingen van een grootheid  $x$  resulteren in de waarden  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Hoe kunnen we uit deze waarden de 'beste' schatting berekenen voor een parameter van de verdeling van  $x$  (b.v. gemiddelde of variantie)? Een schatter is in het algemeen de een of andere 'geschikte' functie van de waarnemingen, bijvoorbeeld voor de gemiddelde waarde het gewone gemiddelde  $(1/n) \sum_{i=1}^n x_i$ . Als we nu weten dat de waarnemingen onafhankelijk waren gegenereerd volgens een bepaalde waarschijnlijkheidsdichtheid  $f(x, \theta)$ , met  $\theta$  een te schatten onbekende parameter, dan is een van de meest toegepaste technieken het principe van de grootste aannemelijkheid, d.w.z. zoek de waarde  $T$  van  $\theta$  waarvoor de aannemelijkheidsfunctie  $\prod_{i=1}^n f(x_i, \theta)$  maximaal is.  $T$  heet de meest aannemelijke schatter. Het is gemakkelijk te zien dat, als  $f$  de normale verdeling is met  $\theta$  als gemiddelde waarde,  $T$  het gewone gemiddelde is van de  $x_i$ , en dat in het geval van een Laplace-verdeling de meest aannemelijke schatter de mediaan is. In een ingewikkelder situatie zoals Cox's regressiemodel kan men de parametrische component  $\beta$  schatten door een algemenere vorm van grootste aannemelijkheid de z.g. partiële aannemelijkheid.

De bedoeling is om de parameters zo efficiënt mogelijk te schatten. Efficiency kan men als volgt formuleren. We beperken ons tot de klasse van schatters  $T_n(x_1, \dots, x_n)$ , die asymptotisch normaal zijn (het belangrijkste geval), in die zin dat de verdeling van de uitdrukking  $\sqrt{n}$ . (schatter - parameter) voor  $n \rightarrow \infty$  naar een normale verdeling convergeert (de wortel  $n$  is een schaalfactor). De schatter waarvoor deze normale verdeling de kleinste spreiding om de ware waarde van de parameter heeft, noemt men 'efficiënt'. Dit begrip dateert uit het begin van deze eeuw (Fisher) en werd begin jaren zeventig door Hajek en LeCam wiskundig verfijnd. Zij beschouwen schatters die 'regulier' zijn, in die zin dat kleine afwijkingen in de waarde van de parameter  $\theta$  leiden tot kleine veranderingen in de verdeling van  $\sqrt{n}$ . (schatter - parameter). Voor parametrische modellen leidt het maximaliseren van de aannemelijkheidsfunctie als boven omschreven meestal tot een efficiënte schatter. Minimale voorwaarden voor de functie  $f$  om efficiency van de meest aannemelijke schatter te garanderen, werden onlangs gegeven door K.O. Dzhaparidze en E. Valkeila (Helsinki), zowel voor het geval van onafhankelijke waarnemingen als in het algemene kader van de theorie van stochastische processen.



Een belangrijk aspect bij de behandeling van ernstige ziekten zoals kanker is de meting van de overlevingsduur na behandeling en het trekken van statistische conclusies uit deze waarnemingen. De krommen tonen de overlevingskansen na een operatie van kwaadaardig melanoom voor 205 patiënten, uitgesplitst naar (a) geslacht en (b) tumordikte. De krommen zijn z.g. Kaplan-Meier-schattingen, een vermaarde semiparametrische schattingsmethode. Bij een verdergaande aanname van een Cox-regressiemodel zouden de krommen machten zijn van een vaste basiskromme.



### *Toepassing op semiparametrische modellen*

De ideeën van Hajek en LeCam kunnen in principe worden toegepast op situaties met abstracte parameters. Ze kunnen vooral worden gebruikt bij semiparametrische modellen, zoals gerapporteerd door I.A. Ibragimov (gezamenlijk werk met R.Z. Has'minskii) tijdens de workshop *Statistical Methods for Large Parameter Spaces* gehouden op het CWI in december 1987. Nog een belangrijke bijdrage in deze richting door A.W. van der Vaart (VU Amsterdam), wordt in CWI Tract 44 beschreven. Deze (en eerdere) onderzoeken maakten duidelijk dat het begrip 'efficiency' zoals hierboven omschreven, tevens van toepassing is op semiparametrische modellen. Het probleem dat voor de praktijk het meest van belang is - het construeren van efficiënte schatters - is voor een aantal belangrijke modellen opgelost. In veel andere belangrijke gevallen daarentegen zijn er grote moeilijkheden, zoals werd opgemerkt door P.J. Bickel en J.A. Wellner tijdens de *Bijeenkomst van Stochastici* in 1987, en door Wellner tijdens de eerder genoemde workshop. Deze moeilijkheden zijn deels te wijten aan het falen van het klassieke principe van de grootste aannemelijkheid als algemene methode voor het construeren van efficiënte schatters voor abstracte parameters, tenzij dit in belangrijke mate wordt gewijzigd. Een algemene theorie bestaat nog steeds niet.

### *Enkele resultaten*

Om de aard van de vereiste wijzigingen beter te leren kennen, bestudeerde R.D. Gill de efficiency van bepaalde 'nette' niet-parametrische meest aannemelijke schatters met de techniek van Hadamard differentieerbaarheid in functionaalruimte. Andere resultaten van Gill en S. Johansen (Kopenhagen) betroffen de differentieerbaarheid van de produktintegraal, die vooral voorkomt in de analyse van overlevingsduren en censureringsproblemen als aannemelijkheidsfunctie, en via het verband tussen 'hazard' en 'survival' functies, alsmede bootstrapmethoden voor differentieerbare functies van de empirische verdeling van de waarnemingen.

R. Helmers voltooide zijn studie over de asymptotische nauwkeurigheid van de bootstrapbenadering van de exacte verdeling van een gestudentiseerde U-statistiek. Als toepassing werden verbeterde bootstrap-betrouwbaarheidsintervallen verkregen voor het gemiddelde van een U-statistiek en werd de relatie met Edgeworth-benaderingen gelegd.

S.A. van de Geer gebruikte in haar proefschrift krachtige hulpmiddelen uit de moderne empirische procestheorie bij het bestuderen van niet-parametrische regressie, in het bijzonder 'sieved' en 'penalized' kleinste kwadratenschatters. A. Sieders en K.O. Dzhaparidze pasten soortgelijke methoden toe op tijdreeksanalyse. Dzhaparidze paste ook de begrippen regulariteit en efficiency van schatters toe op *partieel gespecificeerde* modellen. Deze modellen komen bijvoorbeeld voor in regressie-analyse met stochastische regressoren en in partiële likelihood theorie. Een eenvoudig voorbeeld is  $x_t = S_t + N_t$ , waarbij  $S$  een signaal is met bepaalde onbekende parameters en  $N$  ruis voorstelt, waarvan slechts enkele kenmerken bekend zijn. In partieel gespecificeerde modellen is de gebruikelijke likelihood theorie niet van toepassing.

Tenslotte maakten zowel theoretische als praktische aspecten in de semiparametrische statistiek deel uit van een samenwerkingsproject met Rijks-waterstaat en het KNMI. A.L.M. Dekkers en L.F.M. de Haan ontwikkelden asymptotische theorie voor schatters van de parameters van extreme-waarden verdelingen. Door combinatie van extreme en 'intermediate' order statistics konden zij een extreme kwantiel van de onderliggende verdeling schatten. Dit is van praktisch belang in verband met de verificatie van door de overheid gestelde normen voor zeedijken.

#### DIOPHANTISCHE APPROXIMATIES (R. Tijdeman)

Het uitgevoerde project betrof een onderzoek van het methodisch oplossen van diophantische vergelijkingen met behulp van computers. Het belangrijkste instrument hierbij is de methode van Baker voor het afschatten van lineaire vormen van logaritmen van algebraïsche getallen. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van (gegeneraliseerde) kettingbreuken, complex en  $p$ -adisch, en algebraïsche getaltheorie.

De resultaten kunnen verdeeld worden in een theoretisch deel (i) en een praktisch deel (ii).

- (i).  *$p$ -adische approximaties.* Voor het benaderen van  $p$ -adische getallen door rationale getallen werd door B.M.M. de Weger (in zijn doctoraalscriptie) het begrip benaderingsrooster (approximation lattice) ingevoerd. Dit begrip bleek, meer dan  $p$ -adische kettingbreuken, een goede invalshoek te leveren voor  $p$ -adische approximaties. Zo werd een eenvoudig algoritme geformuleerd waarmee alle beste benaderingen van een  $p$ -adisch getal gevonden kunnen worden;  $p$ -adisch analoga van klassieke stellingen van Lagrange en Hurwitz (afschattingen en criteria voor beste benaderingen) werden bewezen; een  $p$ -adisch analogon van de stelling van Lagrange over periodicititeit van kettingbreuken werd afgeleid in termen van rijen benaderingsroosters. Hierover is gepubliceerd in [1]. Deze studie leidde tot een probleem over het benaderen van reële matrices door gehele matrices, dat werd opgelost door R. Tijdeman, zie [2]. In een later stadium werd het onderzoek voortgezet door prof. L. Wang (Beijing, tijdelijk Leiden), in nauwe samenwerking met Tijdeman en De Weger, met speciale aandacht voor meerdimensionale approximatie, met name effectieve en gelokaliseerde versies van de stelling van Kronecker (dit is nog niet voltooid). Het basis-reductie-algoritme van Lovász (zie onder) speelt hierbij een cruciale rol. Dit onderzoek is toegepast in onderdeel (ii).
- (ii). *De Gelfond-Baker methode en numerieke diophantische approximatie.* Veel soorten diophantische problemen kunnen alleen grote oplossingen hebben als een bijbehorende lineaire vorm in logaritmen van algebraïsche getallen (reëel, complex of  $p$ -adisch) extreem klein wordt t.o.v. zijn (gehele) coëfficiënten. De Gelfond-Baker theorie levert ondergrenzen voor dergelijke lineaire vormen, die aldus leiden tot expliciete bovengrenzen voor de oplossingen. Deze bovengrenzen zijn echter groot (in een typisch geval

$10^{50}$ ). Zo blijft het probleem, algemeen gesteld, om alle oplossingen te vinden van

$$|\Lambda| < e^{-cH} \quad (\text{resp. } \text{ord}_p(\Lambda) > cH)$$

met  $H \leq H_0$ , waarin  $\Lambda = \alpha_0 + x_1\alpha_1 + \dots + x_n\alpha_n$  voor gegeven  $\alpha_i$  (complex resp.  $p$ -adisch), en  $x_i$  geheel, met  $H = \max(|x_1|, \dots, |x_n|)$ , en  $c, H_0$  positieve constanten ( $H_0$  groot). Voor  $n=2$  waren methoden ontwikkeld om dit approximatieprobleem in het reëel/complexe geval op te lossen m.b.v. kettingbreuken, door o.a. Baker en Davenport. Voor  $n \geq 3$  werd een generalisatie hiervan gegeven door Ellison, gebaseerd op het vinden van goede simultane benaderingen  $p_i/q$  van  $\alpha_i$  ( $i=1, \dots, n$ ). Tot 1981 leek de theorie van de meerdimensionale kettingbreuken, hoewel in bepaalde opzichten onbevredigend, het aangewezen middel om zulke benaderingen te vinden. Dat veranderde toen in 1981 L. Lovász zijn basis-reductie-algoritme introduceerde, dat ons in staat stelt om in redelijke rekentijd een expliciete, en goede (zelfs bijna best-mogelijke) ondergrens te geven voor: 1) de lengte van de kortste vector in een gegeven rooster in  $\mathbb{R}^n$ , en 2) de minimale afstand van een gegeven punt in  $\mathbb{R}^n$  tot de roosterpunten in een gegeven rooster. (Lovász' algoritme kan gezien worden als een generalisatie van het kettingbreuk-algoritme in de zin dat ze voor  $n=2$  equivalent zijn.) Het algoritme van Lovász kan gebruikt worden om op efficiënte wijze bovengenoemde simultane approximaties te berekenen. In het onderzoek werd echter een andere weg ingeslagen, die voor meerdimensionale approximatie tot algemenere en inzichtelijkere resultaten leidde. De Weger construeerde roosters, afhankelijk van de bovengrens  $H_0$ , met de eigenschap dat iedere extreem grote oplossing van  $|\Lambda| < e^{-cH}$  of  $\text{ord}_p(\Lambda) > cH$  correspondeert met een extreem korte vector in dat rooster in het homogene geval ( $\alpha_0=0$ ), of met een roosterpunt extreem dicht bij een gegeven punt in  $\mathbb{R}^n$  in het inhomogene geval ( $\alpha_0 \neq 0$ ). Het algoritme van Lovász geeft daarvoor echter expliciete ondergrenzen, zodat extreem grote oplossingen niet kunnen bestaan. Langs deze weg blijkt het mogelijk in de praktijk de grote bovengrens  $H_0$  aanzienlijk te reduceren, doorgaans tot de orde van grootte van  $\log(H_0)$ . Vervolgens kan het proces herhaald worden voor de kleinere bovengrens. Ook subtielere technieken kunnen dan worden gebruikt, zoals een algoritme van Fincke en Pohst, dat alle roosterpunten binnen een gegeven bol kan vinden, om de bovengrenzen nog verder te reduceren. Deze methode werkt in de praktijk goed, in zowel het homogene als het inhomogene geval, en in zowel het reëel/complexe als het  $p$ -adische geval. Als zodanig is de methode superieur aan de methode van Davenport/Elison.

Bovengenoemde theorie werd toegepast op de volgende diophantische vergelijkingen. Laat  $p_1, \dots, p_t$  gegeven priemgetallen zijn, en laat

$$S = \{p_1^{n_1} \cdots p_t^{n_t} : n_i \in \mathbb{Z}_{\geq 0}\}.$$

(a). de gegeneraliseerde Ramanujan-Nagell vergelijking  $x^2 + k \in S$  ( $k$  vast),

- leidend tot  $u_m \in S$  voor een binaire recurrente rij  $\{u_m\}_{m=0}^{\infty}$  met positieve discriminant. Hier treedt een  $p$ -adische lineaire vorm op met  $n=1$ . Een zeer simpele  $p$ -adische approximatietechniek volstaat om algoritmisch alle oplossingen te vinden. Als voorbeeld werd bewezen dat  $x^2+7$  voor  $x \geq 274$  altijd een priemdeeler  $\geq 23$  bezit. Hierover is gepubliceerd (samen met A. Pethö, Debrecen) in [3].
- (b). als uitbreiding van (a):  $u_m \in S$  voor een binaire recurrente rij  $\{u_m\}_{m=0}^{\infty}$  met negatieve discriminant. Hier treedt naast een  $p$ -adische lineaire vorm met  $n=1$  een complexe lineaire vorm met  $n=2$  op, zodat een combinatie van bovengenoemde simpele  $p$ -adische techniek met bekende, op kettingbreuken gebaseerde reële technieken nodig is. Ook hierover verscheen een publikatie [4].
- (c). de diophantische ongelijkheid  $0 < |x-y| < y^\delta$  in  $x, y \in S$  ( $\delta \in (0,1)$  vast). Dit probleem leidt tot een reële lineaire vorm met  $n=t$ , en heeft voor  $t \geq 2$  dus de toepassing van het algoritme van Lovász nodig. Voor  $t=6, p_1, \dots, p_6$  de eerste 6 priemgetallen, en  $\delta = \frac{1}{2}$ , werd de ongelijkheid volledig opgelost. Zo ook voor  $t=2, \delta = 9/10$ , en  $p_1, p_2$  alle paren priemgetallen onder de 200, resp. alle paren niet-machten onder de 50.
- (d). de diophantische vergelijking  $x+y=z$  in  $x, y, z \in S$  (het  $p$ -adische analogon van (c)). Deze vergelijking leidt tot een  $p$ -adische lineaire vorm met  $n=t-1$ . Voor  $t=6, p_1, \dots, p_6$  de eerste 6 priemgetallen werd de vergelijking volledig opgelost. Voor  $t=3, p_1, p_2, p_3$  de eerste 3 priemgetallen, werd de verwante vergelijking  $p_1^a \pm p_2^b = w p_3^c$  in  $a, b, c \in \mathbb{Z}_{>0}$  voor  $w \in \mathbb{Z}, |w| \leq 10^6$ , opgelost. Het onderzoek m.b.t. (c) en (d) heeft geleid tot [5].
- (e). de diophantische vergelijking  $x+y=z^2$  in  $x, y \in S, z \in \mathbb{Z}$ . Deze vergelijking geeft aanleiding tot verschillende  $p$ -adische lineaire vormen. In 1987 zijn alle oplossingen van het geval  $t=4, p_1, \dots, p_4$  de eerste 4 priemgetallen, gevonden.
- (f). de Thue vergelijking  $F(X,Y)=k$ , met  $F(X,Y)$  een binaire vorm van graad 3, en  $k$  vast. Een algoritme is beschreven dat (als enkele gegevens als fundamentealeenheden beschikbaar zijn) alle oplossingen vindt. Voor  $F(X,Y) = X^4 - 12X^2Y^2 - 8XY^3 + 4Y^4$  en  $X^4 - 4X^2Y^2 - 12XY^3 + 4Y^4$  (beide graad 4, totaal reëel) en  $k=1$ , werden alle oplossingen bepaald middels inhomogene reële lineaire vormen met  $n=3$ . Deze resultaten konden gebruikt worden om alle gehele punten op de elliptische kromme  $x^2 = y^3 - 4y + 1$  te bepalen. Een gezamenlijk artikel (samen met N. Tzanakis, Heraklion) is in voorbereiding. Een tweede Thue vergelijking die nog bestudeerd wordt is  $X^3 - 6XY^2 + Y^3 = 62$ , samenhangend met de elliptische kromme  $31x^2 + 1 = y^3$ , dit in verband met de oplossing van een vermoeden van Antoniadis.
- (g). de Thue-Mahler vergelijking  $F(X,Y) \in S$ , met  $F(X,Y)$  als bij (f) (het  $p$ -adisch analogon van (f)) (eveneens samen met N. Tzanakis,

Heraklion). In de literatuur is slechts één voorbeeld opgelost, door Agrawal e.a., waarbij een algebraïsch getallenlichaam met slechts één fundamentealeenheid optreedt. Bij meerdere fundamentealeenheden wordt de Thue-Mahler vergelijking essentieel moeilijker oplosbaar. Het onderzoek naar deze vergelijking bevindt zich nog in het beginstadium. Getracht wordt de vergelijking  $X^3 - 3XY^2 - Y^3 = \pm 3^a 17^b 19^c$ , als een karakteristiek voorbeeld, volledig op te lossen.

Bij het boven beschreven onderzoek is er voortdurend aandacht besteed aan de correctheid van de algoritmen, in de zin dat afrondfouten volledig gecontroleerd worden. Daarom werd het algoritme van Lovász toegepast in een variant die met uitsluitend gehele getallen werkt. Zo wordt voorkomen dat afrondfouten afbreuk doen aan de wiskundige zekerheid dat inderdaad alle oplossingen van de bestudeerde diophantische vergelijking gevonden zijn.

Het onderzoek zal, zoals al aangegeven, vermoedelijk nog tot enkele publikaties in tijdschriften leiden, speciaal twee gezamenlijke artikelen met Tzanakis. Daarnaast heeft De Weger in zijn proefschrift een deel van bovengenoemd onderzoek beschreven, met name onderdeel (ii). Zijn promotie zal in 1988 plaatsvinden. Over zijn onderzoek heeft De Weger voordrachten gehouden aan de Universiteit van Keulen (februari 1985), op het congres *Diophantische Approximationen* in Oberwolfach (maart 1986), en aan de Universiteit van Kreta, tijdens een werkbezoek aan N. Tzanakis (oktober en november 1986); voorts bezocht hij (met voordracht) het *Colloquium on Classical Number Theory* in Budapest (juli 1987).

#### PUBLIKATIES

1. B.M.M. DE WEGER (1986). Approximation lattices of  $p$ -adic numbers. *Journal of Number Theory* 24, 70-88.
2. R. TIJDEMAN (1986). Approximation of real matrices by integral matrices. *Journal of Number Theory* 24, 65-69.
3. A. PETHŐ, B.M.M. DE WEGER (1986). Products of prime powers in binary recurrence sequences, part I: The hyperbolic case, with an application to the generalized Ramanujan-Nagell equation. *Mathematics of Computation* 47, 713-727.
4. B.M.M. DE WEGER (1986). Products of prime powers in binary recurrence sequences, part II: The elliptic case, with an application to a mixed quadratic-exponential equation. *Mathematics of Computation* 47, 729-739.
5. B.M.M. DE WEGER (1987). Solving exponential diophantine equations using lattice basis reduction algorithms. *Journal of Number Theory* 26, 325-367; tevens verschenen als rapport nr. 13, Subfaculteit Wiskunde en Informatica der RU Leiden (1986).
6. B.M.M. DE WEGER (1987). *Algorithms for Diophantine Equations*. Academisch proefschrift, RU Leiden. Dit zal later verschijnen als CWI Tract.
7. B.M.M. DE WEGER (1987). *On the Practical Solution of Thue-Mahler Equations, an Outline*. Memorandum 649, Universiteit Twente.

## Algemene CWI- Activiteiten

### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

#### *Symposium Om de Wiskunde*

In de eerste helft van 1987 vonden de afsluitende jubileumactiviteiten plaats ter gelegenheid van het 40-jarig bestaan van het instituut. Op 11 februari - de oprichtingsdatum van de SMC! - ging de tentoonstelling *Rekenen met Raderen* van start in Teylers Museum te Haarlem. Deze tentoonstelling, georganiseerd door het CWI in samenwerking met Teylers Museum, betrof de ontwikkeling van de rekenmachines vòòr de komst van de elektronische computer. Zij trok in drie maanden tijd rond 15.000 bezoekers.

Op 11 juni werd op het CWI het geschiedkundig symposium *Om de Wiskunde* gehouden, georganiseerd samen met het Landelijk Werkcontact Geschiedenis en Maatschappelijke Functie van de Wiskunde. Het was gericht op de eerste jaren van het Mathematisch Centrum als onderdeel van de periode van wederopbouw na de oorlog. Tijdens het symposium vond de presentatie plaats van het boek *Zij mogen uiteraard daarbij de zuivere wiskunde niet verwaarloozen* onder redactie van G. Alberts, F. van der Blij en J. Nuis, dat de ontstaansgeschiedenis en de beginjaren van het Mathematisch Centrum behandelt. Het programma was als volgt:

H.J.M. Bos (RU Utrecht): Opening.

P.C. Baayen (SMC/CWI): De ontwikkeling van beleid om de wiskunde.

E.H. Kossmann (em. hoogleraar RU Groningen): Nederland in de eerste naoorlogse jaren.

P.M.J.L.P. Collette (RU Groningen): Bouwen zonder toeval.

P. de Wolff (em. hoogleraar Universiteit van Amsterdam): Wiskunde van het Deltaplan.

J. Tinbergen (em. hoogleraar EU Rotterdam): De ontwikkeling van de modelgedachte.

### *Symposium System and Decision Sciences*

Op 13 november vond op het CWI het symposium *System and Decision Sciences* plaats, georganiseerd door het CWI in samenwerking met IIASA Nederland. Doel van het symposium was het belichten van het SDS-programma van IIASA, het International Institute for Applied Systems Analysis in Laxenburg (Oostenrijk). Er waren ongeveer 30 deelnemers. Het programma was als volgt:

P.C. Baayen (SMC/CWI): Opening.

A.B. Kurzhanski (SDS Program chairman, IIASA): The dynamics and optimization of uncertain systems (a methodological approach to apply systems analysis).

J.C. Willems (RU Groningen): From data to model.

M.W.P. Savelsbergh (CWI): CAR: Computer Aided Routing (demonstration).

A. Lewandowski (SDS project leader, IIASA): New methodologies for interactive multi-user decision support.

K.M. van Hee (TU Eindhoven): From models to decisions.

W. Tims (president IIASA Nederland): Closing remarks.

### *Frontiers in Computing*

Op 9-11 december werd in Amsterdam, onder auspiciën van de organisatie Frontiers in Information Technology de conferentie *Frontiers in Computing* gehouden. Deze conferentie sloot aan bij een in december 1985 in Rotterdam, naar aanleiding van het Japanse Vijfde-Generatie Computer Project, georganiseerde internationale conferentie. 'Frontiers in Computing' bracht vooraanstaande onderzoekers uit de gehele wereld tezamen ter bespreking van op dit moment in het brandpunt van de belangstelling staande onderwerpen: Niet-conventionele architecturen; Architecturen voor neuro- en supercomputing (bio- en moleculaire componenten en optische componenten); Nieuwe architecturen voor grote systemen en netwerken; De maatschappelijke computerbehoefte en de invloed daarvan op software-ontwikkeling; Vergelijking van IT-programma's. Aan het laatste werd een paneldiscussie gewijd waaraan de wetenschappelijk directeur van het CWI een bijdrage gaf.

De conferentie werd geopend met een sessie ter herdenking aan prof. Moto-oka, wiens pionierswerk op het gebied van vijfde-generatie computersystemen belangrijk heeft bijgedragen tot de huidige resultaten en ontwikkelingen. Tijdens deze speciale sessie spraken:

Hideo Aiso (Keio Univ. Japan, de opvolger van prof. Moto-oka als voorzitter van het Japanse Vijfde-generatie project).

John T. Pinksten (wetenschappelijk leider van de Micro-electronics and

Computer Technology Corporation (MCC) in Austin, USA).  
 Jean Marie Cadicu (directeur van het Europese ESPRIT programma).  
 Sunichi Uchida (wetenschappelijk leider van ICOT, het leidende research instituut op het gebied van computer technologie in Japan).

#### *Algemeen CWI-Colloquium*

De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: C.L. Blom (IS), N.W.P. van Diepen (AP), M. Hazewinkel (ZW), H.J.A.M. Heijmans (TW), R. Helmers (MS), A.P.J.M. Siebes (AA), J. Kok (NW) en J.H. van Schuppen (MB).

In het kader van het colloquium werden in het verslagjaar de volgende voordrachten gehouden:

L.P.J. Groenewegen (RU Leiden): Een formalisme voor het modelleren van parallelle verschijnselen, 2 maart.

N.G. de Bruyn: Quasikristallen, 30 maart.

W. Vervaat (KU Nijmegen): Van stormvloeden via halfcontinue functies naar tralies, 27 april.

K.R. Apt (CWI): Logic programming, 18 mei.

R. Nisbet (University of Strathclyde, Glasgow): Models of individual development and population for *Daphnia*, 28 september.

L.C. van der Gaag (CWI): Praktijk en theorie van het certainty factor model, 26 oktober.

J.A. Kaandorp (Universiteit van Amsterdam): Fractals, 30 november.

#### *Informatica-Colloquium*

Het *Informatica-Colloquium* is bedoeld een verbindend element te zijn tussen (het onderzoek van) de informatica-afdelingen van het CWI. De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: C.L. Blom (IS), N.W.P. van Diepen (AP) en A.P.J.M. Siebes (AA).

In 1987 werden de volgende voordrachten gehouden:

L.M. Kirousis (CWI): The problem of recognising Polyhedra, 23 januari.

E. Ostby & J. Lasseter (Pixar Inc., San Rafael, USA): Computer animation, 10 februari.

M. Bruynooghe (KU Leuven, België): Compiling control, 20 maart.

F.H. Schippers (CWI): Ideas for a dynamic datamodel for information systems, 5 juni.

T. Tomiyama (CWI): The intelligent integrated interactive CAD systems project, 12 juni.

Mw. I. Guessarian (LITP Parijs, Frankrijk): Algebraic semantics and equational classes of interpretations; Application to an equational axiomatization of IF-THEN-ELSE en: Fixpoint techniques in semantics and data base theory, 23 juni (beide lezingen).

M.H. Overmars (RU Utrecht): Computing sparse visibility graphs, 18 september.

H. Kamp (Universität Stuttgart, BRD): Discourse representation theory, recent



accomplishments and new directions, 23 november.

J. Heering (CWI): Lazy and incremental program generation, 27 november.

R. van Renesse (VU Amsterdam): Performance in Amoeba, 11 december.

### *Vakantiecursus 1987*

De *Vakantiecursus*, die in het bijzonder bedoeld is voor wiskundeleraren verbonden aan VWO en HAVO, werd in 1987 voor de een en veertigste keer gehouden. De voorbereiding was in handen van een adviescommissie, samengesteld uit personen zowel uit het onderwijs als van het CWI. De leden waren:

drs. F.J.M. Barning (CWI)

prof.dr. A.W. Grootendorst (TU Delft)

prof.dr. M. Hazewinkel (CWI)

prof.dr. E.M. de Jager (Universiteit van Amsterdam)

M. Kindt (OW & OC)

dr. Th.J. Korthagen (voorzitter)

prof.dr. W. van der Meiden (TU Eindhoven)

dr. P.A.J. Scheelbeek (RU Groningen)

H.N. Schuring (CITO)

G. Zwaneveld (St. Ignatius College)

C.E. Both (secretariaat)

Eind 1987 werd drs. F.J.M. Barning hierin opgevolgd door dr. J. van de Lune, Ph.D. (CWI).

Op voorstel van de commissie werd als thema gekozen: De personal computer en de wiskunde op school. De cursus werd gehouden in Eindhoven (27 en 28 augustus) en in Amsterdam (4 en 5 september). De volgende voordrachten stonden op het programma:

P.J. van Blokland (VLVU, Amsterdam) & D. Kok (VU Amsterdam): De micro-computer in het wiskunde-onderwijs.

H.A. Lauwerier (Universiteit van Amsterdam/CWI): Fractals, meervoudige gelijkvormigheid.

J. van de Lune (CWI): PC en getaltheorie.

H.J.J. te Riele (CWI): Numeriek rekenen op een PC.

Het aantal deelnemers in Amsterdam bedroeg 84 en in Eindhoven 45. Aan de deelnemers werd een syllabus verstrekt (CWI Syllabus 14) waarin de behandelde stof was gebundeld.

De organisatie van de cursus was in handen van J. van de Lune (CWI), daarin bijgestaan door mw. C.E. Both. De Bibliotheek van het CWI organiseerde evenals voorheen een boektentoonstelling.

Na afloop van de cursus te Amsterdam werd het boek door H.A. Lauwerier *Fractals: Meetkundige figuren in eindeloze herhaling*, door de uitgeverij

ARAMITH (Amsterdam) ten doop gehouden.

*Educatieve werkzaamheden en externe contacten wetenschappelijk directeur*

De wetenschappelijk directeur prof.dr. P.C. Baayen nam in 1987 deel aan:

- Lezing Prof. Tinbergen Leerstoel door prof.dr.ir. A.E. Pannenburg, TU Delft, 29 januari.
- Lustrumcongres STW-Utrecht, Bussum, 27 februari.
- Congres Eurocrypt, Amsterdam, 13-17 april.
- Montague Symposium, Amsterdam, 13-17 april.
- Symposium om de Wiskunde, Amsterdam, 11 juni.
- Winkler Symposium, 22 juni.
- First International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Parijs, 29 juni-3 juli.
- Eurographics '87 Conference, Amsterdam, 26-27 augustus.
- IPO-congres, Eindhoven, 27-28 augustus.
- Workshop Statistische Analyse, Amsterdam, 28-29 oktober.
- SION-symposium, Amsterdam, 2-3 november.
- IIASA-symposium, Amsterdam, 13 november.
- Frontiers in Computing, Amsterdam, 9-11 december.

**PUBLIKATIES**

Voor een opgave van de CWI-rapporten almede de publikaties verschenen in tijdschriften, proceedings, e.d. wordt men verwezen naar de wetenschappelijke verslagen van de afdelingen in dit deel.

In het verslagjaar verschenen er 150 rapporten.

*Serie CWI Monographs*

De publikaties in deze serie betreffen boeken, maar ook congresverslagen (en syllabi) over een samenhangend onderwerp van zeer hoge kwaliteit waarbij bij de totstandkoming het CWI betrokken is. De CWI Monographs worden gebonden uitgegeven en verkocht in samenwerking met North-Holland Publishing Company, Amsterdam. De CWI Monographs verschijnen in de Engelse taal.

In het verslagjaar verschenen de volgende delen:

CWI Monograph 5: Ph. Clément, H.J.A.M. Heijmans. One-Parameter Semigroups.

CWI Monograph 6: J.V. Tucker, J.I. Zucker. Program Correctness over Abstract Data Types with Error State Semantics.

*Serie CWI Tracts*

De serie CWI Tracts is een voortzetting van de MC Tracts, echter ruimer opgevat zodat niet uitsluitend nieuw materiaal in aanmerking komt. Een hoofdfunctie van de CWI Tracts is het verspreiden in het buitenland van in Nederland behaalde resultaten. De CWI Tracts verschijnen in de Engelse taal.

In het verslagjaar verschenen de volgende delen:

- CWI Tract 30 A.G. de Kok. Production-inventory control models: approximations and algorithms.
- CWI Tract 31 E.E.M. van Berkum. Optimal paired comparison designs for factorial experiments.
- CWI Tract 32 J.H.J. Einmahl. Multivariate empirical processes.
- CWI Tract 33 O.J. Vrieze. Stochastic games with finite state and action spaces.
- CWI Tract 34 P.H.M. Kersten. Infinitesimal symmetries: a computational approach.
- CWI Tract 35 M.L. Eaton. Lectures on topics in probability inequalities.
- CWI Tract 36 A.H.P. van der Burgh, R.M.M. Mattheij (eds.). Proceedings of the first international conference on industrial and applied mathematics (ICIAM 87).
- CWI Tract 37 L. Stougie. Design and analysis of algorithms for stochastic integer programming.
- CWI Tract 38 J.B.G. Frenk. On Banach algebras, renewal measures and regenerative processes.
- CWI Tract 39 H.J.M. Peters, O.J. Vrieze (eds.). Surveys in game theory and related topics.
- CWI Tract 40 J.L. Geluk, L. de Haan. Regular variation, extensions and Tauberian theorems.
- CWI Tract 41 S.J. Mullender (ed.). The Amoeba distributed operating system: Selected papers 1984-1987.
- CWI Tract 42 P.R.J. Asveld, A. Nijholt (eds.). Essays on concepts, formalisms, and tools.
- CWI Tract 43 H.L. Bodlaender. Distributed computing: structure and complexity.

### *Serie CWI Syllabi*

De serie CWI Syllabi is min of meer een voortzetting van een serie MC Syllabi. Hiervoor komen de verslagen van colloquia en seminaria in aanmerking zowel van CWI-activiteiten als van seminaria elders in Nederland. Ook eventueel geschikte dictaten van doctoraal colleges en cursussen. Binnen de CWI Syllabi serie is er een speciale deelserie van syllabi voor leraren, waarin ook de CWI-vakantiecursussen zijn opgenomen.

In het verslagjaar verschenen de volgende delen:

- CWI Syllabus 13 M.J. Bergvelt, A.P.E. ten Kroode, G.M. Tuynman. Proceedings Seminar 1983-1985 Mathematical structures in field theories, vol. 2.
- CWI Syllabus 14 Vacantiecursus 1987, De personal computer en de wiskunde op school.
- CWI Syllabus 15 Vacantiecursus 1983, Complexe getallen.

*STATAL-manual*

Het STATAL-reference manual, dat verkrijgbaar is als losbladige uitgave, is bedoeld als handleiding voor gebruikers van de STATAL-programmatuur, bestaande uit een groot aantal ALGOL 60 procedures en een aantal programma's op statistisch gebied. STATAL is samengesteld door de afdeling Mathematische Statistiek. Het manual bestaat uit 3 hoofdstukken:

- (0) Algemene informatie, index en kwick-index;
- (1) Statistische procedures, o.a. kansverdeling, toetsingsgrootheden, correlatiecoëfficiënten, multivariate technieken, sorteren, combinaties en permutaties, aselechte trekkingen uit verdelingen, tabellen en plaatjes;
- (2) Statistische programma's o.a. één-, twee-, en  $k$ -steekproevenprobleem, regressie-analyse, variantie-analyse, factoranalyse, principale componenten-analyse, clusteranalyse en item- en schaalanalyse.

Eind 1987 telde het manual 159 procedures en 12 programma's. Als aanvulling op het manual zijn beschikbaar de rapporten SN 8, SN 9, SN 10 en SN 11, die theoretische achtergronden van een aantal procedures beschrijven.

R. van der Horst (STO) werkte aan een nieuwe uitgave van het STATAL-manual, waarin de gecorrigeerde sourceteksten van de procedures worden opgenomen. Voor de daarvoor in aanmerking komende procedures worden korte voorbeeld programma's met in- en uitvoer gegeven. Er wordt naar gestreefd om het STATAL-manual in 1988 in de serie CWI Syllabi te publiceren.

*OPERAL-manual*

De bibliotheek OPERAL bevat programmatuur op besliskundig gebied, verdeeld in tien hoofdgroepen, o.a. niet-lineaire programmering, netwerkprogrammering en combinatorische programmering. De documentatie bestaat uit vier delen:

- (1) Index en algemene informatie;
- (2) Beschrijvingen van ALGOL 60 procedures;
- (3) Beschrijvingen van de overige programmatuur;
- (4) Sourceteksten.

Listings van de delen 1, 2 en 3 zijn beschikbaar. De documentatie omvatte eind 1987 90 ALGOL 60 procedures, 5 FORTRAN IV programma's, 4 PASCAL-programma's en 3 CCL procedures.

*Overige publikaties*

G. Alberts, F. van der Blij, J. Nuis (red.). Zij mogen uiteraard daarbij de zuivere wiskunde niet verwaarlozen.

W.A.M. Aspers, H.M. Nieland (red.). Wetenschap in bedrijf.

A.M. Cohen, R.D. Gill, E. Kranakis (eds.). CWI Newsletter, Issues 12, 13, 14, 15 en 16.

Stichting Mathematisch Centrum, Jaarverslag 1986.

CWI Annual Report 1986.

Najaarsrooster 1987.

Voorjaarsrooster 1988.

Aanwinsten boeken en tijdschriften Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AW 38.1, AW 38.2, AW 38.3, AW 38.4.

Aanwinsten rapporten Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AR 15.1, AR 15.2, AR 15.3, AR 15.4, AR 15.5, AR 15.6, AR 15.7, AR 15.8.

# Verslag van de Afdeling

## Zuivere Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

#### ZW 1 Discrete wiskunde en cryptografie

- 1.1 Algebra, meetkunde en combinatoriek
- 1.2 Cryptografie

#### ZW 2 Analyse

- 2.2 Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies
- 2.3 Speciale functies en klassieke analyse

#### ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica

- 3.3 Het gegeneraliseerde harde-hexagonmodel
- 3.5 Relaties tussen rooster-, klassiek- en quantum volledig integreerbare modellen met eindig of oneindig veel vrijheidsgraden

#### ZW 4 Dynamische systemen

- 4.1 Topologische dynamica en ergodentheorie

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

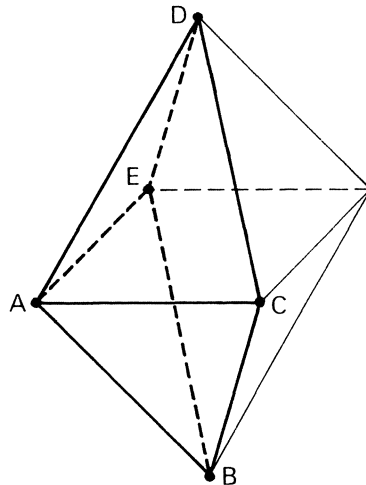
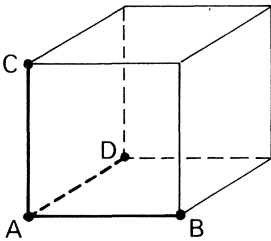
#### MB 3 Systeem- en regeltheorie

*ZW 1 Discrete wiskunde en cryptografie*

*1.1. Algebra, meetkunde en combinatoriek.* J.T.M. van Bon zette zijn onderzoek op het gebied van afstandsreguliere grafen voort. In dit kader is, samen met A.M. Cohen en H. Cuypers, de sporadische groep *Held* nader bekeken [PM-R8707]. In samenwerking met A.E. Brouwer is de classificatie van afstandsreguliere antipodale overdekkingen van klassieke afstandsreguliere grafen nagevoeg voltooid. Een publikatie hiervan zal binnenkort verschijnen.

Het boek over afstandsreguliere grafen door Brouwer en Cohen (i.s.m. A. Neumaier, Freiburg, BRD) nadert zijn voltooiing. Nieuwe resultaten die bij het schrijven ervan ontdekt werden, worden deels in het boek opgenomen, deels elders gepubliceerd (o.a. werk van Cohen met M.W. Liebeck en J. Saxl).

Samen met R.L. Griess heeft Cohen een lijst opgesteld van de eindige enkelvoudige groepen die in de complexe Lie-groep van type  $E_8$  kunnen optreden. Met B.N. Cooperstein maakte hij een classificatie van banen van 2-dimensionale deelruimten van het 27-dimensionale standaard moduul van de groep  $E_6(q)$ . De classificatie van lokale maximale ondergroepen van eindige groepen van exceptioneel Lie-type werd samen met M.W. Liebeck, J. Saxl en G.M. Seitz tot stand gebracht. Tevens bepaalde Cohen samen met Seitz de maximale rang van een elementaire abelse  $r$ -groep in een Lie-groep van exceptioneel Lie-type; [Z2].



*Een manier om inzicht te krijgen in meetkunden van Lie-type is de studie van regelmatige veelvlakken, zoals de kubus of de octaëder. Voor beide gevallen is de 1-omgeving van een punt A aangegeven. De octaëder is de enige graaf waarvan alle punten deze speciale 1-omgeving hebben. Bij de kubus bevat de 1-omgeving van een punt (A) drie niet direct met elkaar verbonden punten (B, C, en D); er zijn veel grafen met deze eigenschap.*

Op het gebied van de (eindige) meetkunde werkte Cohen samen met E.E. Shult aan de axiomatiek van affiene polaire ruimten. Over het onderzoek samen met J. Brinkhuis naar de covariantentheorie van  $SL_2(\mathbb{C})$  werd een eerste verslag geschreven.

In het kader van de voorbereiding van een boek over Diagram-meetkunde hebben F. Buekenhout en Cohen (samen met A. Pasini) een nieuw bewijs van de klassieke stelling van Veldkamp over polaire meetkunde gevonden.

Het onderzoek van R. Sommeling betreft berekeningsmethoden van karakteristieke polynomen van bepaalde differentiaaloperatoren. De bedoeling is een algoritme te vinden dat geen gebruik maakt van triangulatie van de operator. In dit verband vindt bestudering plaats van artikelen over differentiaaloperatoren en  $K$ -theorie van endomorfismen.

Tenslotte wordt er, in verband met de groeiende behoefte aan formulemanipulatie, niet alleen binnen dit project maar ook binnen de projecten ZW2 en ZW3, door Sommeling (i.s.m. Cohen) een oriënterende studie verricht waarin diverse pakketten formulemanipulatiesystemen met elkaar worden vergeleken.

*1.2. Cryptografie.* Het onderzoek in dit project betreft beveiliging tegen fraude en beveiliging van persoonlijke gegevens in gedistribueerde computersystemen. H. den Boer en D. Chaum deden onderzoek naar een effectieve methode waarmee een gebruiker van zo'n systeem aan kan tonen dat hij aan bepaalde specificaties voldoet, opgebouwd uit eerder verkregen gesigeneerde persoonlijke gegevens, waarbij een minimum aan extra informatie wordt prijsgegeven ('zero-information' protocollen). Daarnaast deed Den Boer onderzoek naar een manier om binnen een systeem van 'boodschappen zonder afzender' een effectief reserveringssysteem te maken. Ook het onderzoek van J.N.E. Bos betreft problemen rond het versturen van boodschappen zonder afzender.

J.H. Evertse zette zijn onderzoek naar de veiligheid van de door Chaum ontwikkelde protocollen voort: op welke manier kunnen deelnemers een protocol bedriegen en hoe moet het protocol worden opgezet zodat ze dat geen voordeel oplevert? Met name onderzocht hij de moeilijkheidsgraad van bepaalde getaltheoretische problemen die hierbij een rol spelen. Voorts werkte hij al eerder verkregen resultaten over het conventionele cryptosysteem DES preciezer uit.

Als ad hoc resultaten, verkregen binnen dit project kunnen voorts genoemd worden het breken van een door Japanners gepresenteerd vercijfer algoritme (als alternatief voor DES) door Den Boer. Voorts onderzocht (en brak) Den Boer een hash-algoritme en deed hij een voorstel voor een hash-algoritme met minder algebraïsche structuur.



## ZW 2 Analyse

2.2. *Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies.* Dit onderzoek vond ten dele plaats in nauwe samenwerking met de RU Leiden. In dit kader begeleidde T.H. Koornwinder het promotie-onderzoek aan de RU Leiden van drs. R.J. Beerends. Anderzijds werd het onderzoek van G.C.M. Ruitenburg begeleid door dr. G.J. Heckman (RU Leiden). Nieuwe resultaten van het onderzoek in dit project worden veelal besproken in de *Werkgroep Analyse op Lie-groepen*.

T.H. Koornwinder voltooide preprint [PM-R8703] betreffende groepentheoretische interpretaties van Askey's tableau van hypergeometrische orthogonale polynomen. Voorts verrichtte hij onderzoek over  $q$ -analoga van orthogonale polynomen geassocieerd met wortelsystemen, hiertoe geïnspireerd door recent werk van I.G. Macdonald. Onder meer verkreeg hij een klasse van  $q$ -Wilson-polynomen geassocieerd met wortelsysteem  $BC_n$  en kon hij een verband leggen met de nieuwe klasse van quantummechanische integreerbare  $N$ -deeltjessystemen die ingevoerd werd door S.N.M. Ruijsenaars. Met laatstgenoemde wordt in dit onderzoek samengewerkt.

Samen met G.G. Walter (University of Wisconsin at Milwaukee) voltooide T.H. Koornwinder een manuscript over sampling en continue inversie van de Jacobi-transformatie op een eindig interval. Dit zal begin 1988 als preprint verschijnen.

G.C.M. Ruitenburg zette zijn onderzoek aan multipliciteitenvrije algebraïsche groepsacties voort. Hij verkreeg enige nieuwe resultaten over de meetkunde van banen onder zulke acties. Dit onderzoek werd afgerond met het schrijven van een proefschrift waarop hij in januari 1988 zal promoveren. Voorts gebruikte hij het formulemanipulatie-programma MAPLE om een vermoeden over Bernstein-Sato-polynomen van de invariante functies onder de groep zoals die voorkomen in zijn proefschrift voor een aantal gevallen te verifiëren. Inmiddels heeft hij dit vermoeden bewezen. Het resultaat zal volgend jaar gepubliceerd worden.

2.3. *Speciale functies en klassieke analyse.* Het onderzoek van J. van de Lune had betrekking op problemen uit de klassieke analyse en de getaltheorie. Hij maakte veel gebruik van computers, hetzij om inzicht in de problematiek te krijgen, hetzij om waarden van bepaalde grootheden te bepalen. Zo deed hij veel numeriek en grafisch onderzoek naar het gedrag van de zeta-functie op en nabij de kritische lijnen  $\sigma = \frac{1}{2}$  en  $\sigma = 1$  en in het halfvlak  $\sigma > 1$ . In samenwerking met H.J.J. te Riele (afdeling NW) verrichtte hij numeriek onderzoek verband houdend met het Goldbach-vermoeden. Beide onderzoeksactiviteiten zullen in 1988 worden voortgezet.

Het overige onderzoek van Van de Lune betrof o.a. een nieuw (elementair) bewijs van een ongelijkheid van M.S. Keane (TU Delft), numeriek onderzoek naar het kleinste priemgetal in bepaalde aritmetische rijen, onderzoek naar het aantal roosterpunten in een cirkel ('Van der Corput-probleem') en het vinden

van een bovenschatting voor een vroeger door hemzelf gedefinieerde constante betreffende de zeta-functie. Een aantal deelresultaten van het onderzoek werd als vraagstuk aangeboden aan het *Nieuw Archief voor Wiskunde*; de overige zullen later worden gepubliceerd.

### *ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica*

*3.5. Relaties tussen rooster-, klassiek- en quantum volledig integreerbare modellen met eindig of oneindig veel vrijheidsgraden.* S.N.M. Ruijsenaars zette zijn onderzoek aan klassieke en quantummechanische integreerbare systemen van het Calogero-Moser-type voort. Voor de klassieke systemen waarin alle toestanden strooitoestanden zijn construeerde hij een actie- hoek transformatie [PM-R8704]. Voor de quantumsystemen met niet-compacte configuratieruimte vond hij de unitaire eigenfunctie-transformatie voor het geval van 2 deeltjes en een rij koppelingsconstanten. Naar aanleiding van een door T.H. Koornwinder geconstateerd verband tussen de quantumsystemen met compacte configuratieruimte en de theorie van de z.g.  $q$ -polynomen verkreeg Ruijsenaars (na uitvoerige literatuurstudie) enige resultaten voor het geval van compacte configuratieruimten. Tenslotte is een publikatie in voorbereiding betreffende indextheorie en ijktransformaties voor Dirac-vergelijkingen in de 4-dimensionale Minkowski-ruimte.

Het onderzoek van J.K. Scholma betrof het vinden van een systematische methode voor de constructie van integreerbare rooster-varianten van klassiek-integreerbare continuümmodellen. Naar aanleiding van een door Russische auteurs gevonden verband tussen de z.g.  $r$ -matrixmethode en de methode van Adler, Kostant & Symens bestudeerde hij Poisson-Drinfeld-structuren op Lie-groepen. Door middel van deze theorie kan vermoedelijk een groepentheoretische en meetkundige interpretatie gegeven worden van de discretisatieprocedure van Izergin en Korepin, toegepast op de niet-lineaire Schrödinger-vergelijking en de sine-Gordon-vergelijking.

Hiernaast bestudeerde hij verbanden tussen de AKNS-theorie van niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen, de theorie van resolventes en de methode van de klassieke inverse verstrooiing. Hij vond voorts een verband tussen de klassieke Calogero-Moser-systemen van type  $A_n$  en de theorie van Yang-Baxter-operatoren. Een rapport hierover is in voorbereiding.

### *ZW 4 Dynamische systemen*

*4.1. Topologische dynamica en ergodentheorie.* Het werk aan het boek over topologische dynamica werd door J. de Vries voortgezet. Veel tijd werd o.a. besteed aan het vinden van een elementaire uiteenzetting van het dynamisch gedrag van de klassieke geodetische en horocycle stromingen op compacte oppervlakken van constante negatieve kromming. Voorts werd een overzichtsartikel geschreven over de rol van invariante maten in de abstracte topologische dynamica. Dit zal volgend jaar als rapport verschijnen.

*Diversen* (onderzoek dat in geen van bovengenoemde projecten is onder te brengen). J.H. Evertse verkreeg, in samenwerking met K. Györy en I. Gál (Univ. van Debrecen, Hongarije) enige nieuwe resultaten over diophantische vergelijkingen. Publikaties hierover zullen nog verschijnen.

J. de Vries gaf, samen met M. Hušek, nieuwe en elementaire bewijzen over compactificaties van produkten van halfgroepen [PM-R8701].

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Lie Groups Seminar.* Het landelijk project Lie-groepen, waarin het CWI participeert, organiseerde een klein internationaal congres met bovenstaande titel, dat op 21 en 22 april op het CWI werd gehouden. De sprekers waren S. Helgason (MIT, Cambridge, USA), M. Mizony (Lyon, Frankrijk), F. Rouvière (Nice, Frankrijk), R.J. Beerends (RU Leiden), R.G.M. Brummelhuis (Universiteit van Amsterdam) en E.M. Opdam (RU Leiden). Er waren ca. 30 deelnemers.

### *Werkgroepen*

*Analyse op Lie-groepen.* Deze werkgroep is een activiteit van het landelijk project Lie-groepen, waarin het CWI participeert. Het programma wordt vastgesteld in overleg tussen G. van Dijk en G.J. Heckman (RU Leiden), E.G.F. Thomas (RU Groningen), E.P. van den Ban (RU Utrecht) en T.H. Koornwinder (CWI). Laatstgenoemde treedt op als secretaris. In 1987 werden er 7 algemene bijeenkomsten gehouden met 13 voordrachten. Vijf bijeenkomsten hadden in Leiden plaats, een in Utrecht (met een voordracht van H. Schlichtkrull uit Kopenhagen) en een op het CWI. Een van deze bijeenkomsten vond plaats in samenwerking met de landelijke werkgroep *Complexe Analyse*, met G.J. Heckman (RU Leiden) en E.J.N. Looijenga (Universiteit van Amsterdam) als sprekers. Overige sprekers tijdens deze bijeenkomsten waren G.C.M. Ruitenburg (CWI), R.J. Beerends (RU Leiden), twee keer S.N.M. Ruijsenaars (CWI), drie keer E.P.H. Bosman (RU Leiden), D.A.M. van Rossum du Chattel (RU Groningen), T.H. Koornwinder (CWI) en M. Poel (RU Groningen). Er waren reguliere deelnemers van CWI, RU Leiden, RU Utrecht en RU Groningen.

*Loop Groups.* Deze studiegroep is een speciaal project binnen bovenbeschreven werkgroep Analyse op Lie-groepen en wordt georganiseerd door T.H. Koornwinder in samenwerking met G.F. Helminck (Universiteit Twente) en E.G.F. Thomas (RU Groningen), die ook als sprekers optraden tijdens de drie bijeenkomsten die in het najaar op het CWI gehouden zijn. De studiegroep bestudeert het gelijknamige boek van A. Pressley en G. Segal. Deelnemers komen onder meer van CWI, Universiteit van Amsterdam, RU Leiden, Universiteit Twente en RU Groningen.

*Cryptografie.* Deze werkgroep kwam regelmatig eens per maand bijeen, negen maal in het verslagjaar. Er waren gemiddeld 20 deelnemers; behalve leden van de projectgroep Cryptografie en buitenlandse bezoekers van deze groep waren deze afkomstig van diverse Nederlandse universiteiten, het bedrijfsleven en defensie. Voordrachten werden, behalve door de leden van de Cryptografiegroep en de in deze groep aangestelde gastmedewerkers, gehouden door H.A. Bense (Harderwijk), H. van der Meer (Universiteit van Amsterdam), G. Roelofsen (Dr. Neher Laboratorium), H.C.A. van Tilburg (TU Eindhoven/OU), J. van Tilburg (Defensie) en H.E. Wanders (TU Eindhoven & Philips USFA). De behandelde onderwerpen betroffen klassieke cryptografie en huidige ontwikkelingen in de cryptografie (waaronder beveiliging binnen gedistribueerde systemen en cryptografische protocollen om aan te tonen dat men zekere kennis bezit zonder deze kennis prijs te geven).

### *Seminaria*

*Algebra, Meetkunde en Combinatoriek.* Dit seminarium werd voor de zomervakantie regelmatig eens per maand gehouden op het CWI. Na de zomervakantie werd het een gezamenlijke activiteit van het CWI en de RU Utrecht en werd het eens in de twee weken (in Utrecht) gehouden. De bezoekers kwamen, behalve van het CWI (leden van de projectgroep Algebra, meetkunde en combinatoriek, plus G.C.M. Ruitenburg) van de RU Utrecht, de RU Groningen, de EU Rotterdam, VU Amsterdam en de TU Eindhoven. De door de deelnemers behandelde onderwerpen betroffen covariantentheorie voor  $SL_2(\mathbb{C})$ , afstandstransitieve grafen en meetkunden van Lie-type. Daarnaast was er een aantal buitenlandse gastsprekers:

- A. Camina (Norwich, UK): Automorphisms and block designs (11 mei).
- W.M. Kantor (Eugene, USA): On the diameter of a Cayley graph (18 mei).
- A. Neumaier (Freiburg, BRD): Codes, graphs and abelian groups (6 oktober).

*Integreerbare Systemen.* Dit seminarium is in de eerste helft van 1987 nog twee keer gehouden. De volgende onderwerpen kwamen aan de orde:

- Expliciete constructie van actie-hoek variabelen voor volledig integreerbare stromingen op oneindig-dimensionale variëteiten (B. Fuchssteiner & W. Wiwianka, Univ. van Paderborn, BRD).
- Gegeneraliseerde KdV-vergelijkingen en  $\tau$ -functies (H.-J. Imbens, RU Utrecht).
- Lattice equations, hierarchies and Hamiltonian structures (G. Wiersma, Universiteit van Amsterdam).

### *Algemene Werkbesprekingen van de afdeling Zuivere Wiskunde*

- J. van de Lune: Enige curieuze ongelijkheden (n.a.v. een probleem van M. Keane), 5 januari.
- T.H. Koornwinder: Speciale functies geassocieerd met wortelsystemen, 2 februari.

J.K. Scholma: De klassieke Yang-Baxter-vergelijking en klassieke integreerbare systemen, 9 maart.

M. Hazewinkel: Filteren en Lie-algebra's, 6 april.

J. de Vries: Geodetische en horocycle stromingen (een elementaire benadering), 4 mei.

H. den Boer: Gebrek aan invarianten, 1 juni.

G. Brassard: Minimum disclosure proofs of knowledge, 5 oktober.

G.C.M. Ruitenburg: Multipliciteitenvrije lineaire representaties, 2 november.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

Door medewerkers van de groep Cryptografie is een cryptografisch algoritme ontwikkeld en geïmplementeerd voor een bankinstelling. Voorts werkt deze groep aan twee voorstellen voor mogelijke ESPRIT-projecten en heeft deze groep (daarin bijgestaan o.a. door de Financiële Dienst) een belangrijk aandeel gehad in de organisatie van de conferentie *Eurocrypt '87*.

Het onderzoek binnen deelproject ZW 2.2 vindt plaats in samenwerking met prof.dr. G. van Dijk aan de RU Leiden, samen hiermee opgenomen in het landelijk project Lie-groepen. A.M. Cohen, T.H. Koornwinder, S.N.M. Ruijsenaars en J. de Vries werden als expert geraadpleegd bij de vertaling van de *Encyclopaedia of Mathematics* uit het Russisch (onder redactie van M. Hazewinkel).

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*, Universiteit van Amsterdam eens per maand: T.H. Koornwinder, S.N.M. Ruijsenaars (3 voordrachten, J.K. Scholma).

*Seminarium Computeralgebra*, KU Nijmegen, eens per maand: R. Sommeling.

*Topologie Seminarium*, VU Amsterdam: J. de Vries (onregelmatig).

*Seminarium Ergodentheorie en Topologische Dynamica*, TU Delft, eens per week: J. de Vries.

*Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, eens per maand: S.N.M. Ruijsenaars.

*Werkgroep 'Kac-Moody Algebras and Applications in Theoretical Physics and Integrable System Theory'*, RU Utrecht, eens per week: M. Hazewinkel.

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*BIBOS V*, Bielefeld, BRD, 19-24 januari: M. Hazewinkel (voordracht).

*Second Workshop on Mathematics in Industry*, Trieste, Italië, 14 februari-1 maart: M. Hazewinkel (voordracht).

*ECMI 2: Mathematics in Industry*, Oberwolfach, BRD, 1-7 maart: M. Hazewinkel (voordracht).

*Symposium Mathematische Fysica*, Lunteren, 23-24 maart: J.K. Scholma, S.N.M. Ruijsenaars.

- Eurocrypt '87*, Amsterdam, 13-15 april: H. den Boer, D. Chaum (voordracht), J.H. Evertse (voordracht), J.A.M. van de Graaf (voordracht).
- Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15-16 april: J.T.M. van Bon, T.H. Koorwinder (voordracht), J. van de Lune (voordracht), M. Hazewinkel, G.C.M. Ruitenburg, S.N.M. Ruijsenaars, J.K. Scholma.
- Lie Groups Seminar*, Amsterdam, 21-22 april: T.H. Koorwinder, G.C.M. Ruitenburg.
- The Harald Bohr Centenary*, Kopenhagen, Denemarken, 24-25 april: J. de Vries.
- IBM Conference on Computer Algebra*, Bad Neuenahr, BRD, 19-22 mei: A.M. Cohen.
- Ramanujan Centenary Conference*, University of Illinois, Urbana, USA, 1-5 juni: T.H. Koorwinder (voordracht).
- Course Analysis and Estimation of Mechanical Systems*, CISM, Udine, Italië, 15-19 juni: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- Second Workshop on the Mathematics of the Road-Vehicle System*, Torino, Italië, 21-25 juni: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- ICIAM 87*, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli: M. Hazewinkel (voordracht).
- Colloquium on Algebraic and Analytic Number Theory*, Boedapest, Hongarije, 20-25 juli: J.H. Evertse (voordracht).
- Crypto '87*, Santa Barbara, USA, 16-20 augustus: H. den Boer (voordracht), D. Chaum.
- 7e Scheveningen Conferentie: Mathematical Structure of Field Theory*, Scheveningen, 23-28 augustus: T.H. Koorwinder, J.K. Scholma.
- Workshop on the Mathematics of Systems and Signal Processing*, Stanford, USA, 30 augustus-4 september: M. Hazewinkel (voordracht).
- Maple Retreat*, Waterloo, Canada, 9-11 september: R. Sommeling.
- Journée Arithmétique 1987*, Ulm, BRD, 13-19 september: J.H. Evertse (voordracht).
- Mac Club Benelux Meeting*, Antwerpen, België, 16-18 oktober: M. Hazewinkel (voordracht).
- Conference Topology and Measure V*, Binz, BRD, 18-25 oktober: J. de Vries (voordracht op uitnodiging).

De volgende werkbezoeken werden afgelegd:

- H. den Boer: Parijs, Kopenhagen, Brussel en Venlo (vergaderingen in ESPRIT-verband).
- A.M. Cohen: London Imperial College, UK (samenwerking met M.W. Liebeck en J. Saxl (Cambridge Univ.)), 20 juni tot 30 juli; Università degli Studi, Napels (Italië), 1-30 september (gasthooglerschap van één maand).
- M. Hazewinkel: Lewes (Sussex, UK), 13-15 januari (bijeenkomst Steering Committee Euromath); Universiteiten van Bielefeld en van Paderborn (BRD), 19-24 januari, 22 mei; Stockholm, KTH (Zweden), 2-5 april; Moskou en Boedapest, 10-20 mei; Univ. van Dijon (Frankrijk), 26 juni; Univ. van Boston, Pennsylvania (Philadelphia), Maryland (College Park) en

- Stanford: 21 augustus- 6 september; INRIA, Versailles, 20-25 september; SUPELEC, Gif-sur-Yvette (Frankrijk), 23 september; Kopenhagen (meeting RARE-Euromath), 10 oktober; Bari (Italië) (bijeenkomst council of ECMI), 13-16 november; Frankfurt (1e EMT meeting (Euromath)), 28-29 november; ETH, Zurich (Zwitserland), 30 november-1 december.
- T.H. Koorwinder: Université de Lyon (Thèse d'Etat M. Mizony), Lyon (Frankrijk), 26 maart; Université de Tunis (prof. K. Trimèche), Tunis (Tunesië), 21-25 september; Institut de Recherches Mathématiques (prof. S. Touré), Abidjan (Ivoorkust), 7-18 december.
- S.N.M. Ruijsenaars: MPI für Physik, München (BRD), 28 maart-3 april; University of Canberra (Australië), 1 juli-31 augustus; University of Adelaide (Australië), 1-12 september.
- R. Sommeling: Universiteit van Waterloo, Ontario (Canada), 6-14 september; Concordia University, Montreal (Canada) (op uitnodiging van dr. J. McKay), 14 september-3 oktober.

#### BEZOEKERS

De afdeling ZW werd in het verslagjaar door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Allen hielden zij één of meer voordrachten, meestal in het kader van een werkgroep of seminarium (*SAM = Seminarium Algebra, Meetkunde en Combinatoriek, SIS = Seminarium Integreerbare Systemen, WAL = Werkgroep Analyse op Lie-groepen, WC = Werkgroep Cryptografie*). De buitenlandse gastmedewerkers staan vermeld in het algemene gedeelte van het verslag in deel I.

- B. Fuchssteiner (Univ. van Paderborn, BRD), 25-28 januari: SIS.  
 W. Wiwianka (Univ. van Paderborn, BRD), 25-28 januari: SIS.  
 E. Brickel (Bell Labs, USA), 16-25 april: WC.  
 S. Helgason (MIT, Cambridge, Mass., USA), 21-22 april: Lie Groups Seminar.  
 M. Mizony (Lyon, Frankrijk), 21-22 april: Lie Groups Seminar.  
 F. Rouvière (Nice, Frankrijk), 21-24 april: Lie Groups Seminar.  
 D. Venable (Univ. of Rochester, USA), 27-29 april.  
 A. Camina (Univ. of East Anglia, Norwich, UK), 11 mei: SAM.  
 W.M. Kantor (Univ. of Oregon, Eugene, USA), 18 mei: SAM.  
 C. Crépeau (Univ. of Montreal, Canada), 1 juni-31 juli: WC.  
 W. van Assche (Kath. Univ. Leuven, België), 10 juni: Norm and zero behaviour of orthogonal polynomials.  
 A.I. Zayed (Calif. Polytechn. State Univ., San Luis Obispo, USA), 1 juli-31 augustus; voordracht op 10 juni: On the generalized Faber polynomials.  
 F. Sommen (Gent, België), 14 augustus: Radon transforms in Clifford analysis.  
 A. Neumaier (Freiburg, BRD), 6 oktober: SAM.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- H. den Boer: Cryptoanalysis of FEAL. *Crypto '87*, Santa Barbara, USA, 18 augustus.

- G. Brassard: Minimum disclosure proofs of zero-knowledge. *Algemeen Wiskunde Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 3 december.
- D. Chaum: Blinding for unanticipated signatures. *Eurocrypt '87*, Amsterdam, 13 april.
- A.M. Cohen: Polar spaces. Università degli Studi, Napels, Italië, 4 voordrachten in de maand september.
- A.M. Cohen: A construction of Held's simple group using the generalized quadrangle of order 4,4. Sapienza, Rome, Italië, 24 september.
- A.M. Cohen: Het kortzichtig herkennen van grafen. *Kaleidoscoop*, RU Utrecht, 13 november.
- J.H. Evertse: Linear structures in blockciphers. *Eurocrypt '87*, Amsterdam, 14 april.
- J.H. Evertse: Unit equations and decomposable form equations. *Colloquium on Algebraic and Analytic Number Theory*, Boedapest, Hongarije, 22 juli.
- J.H. Evertse: Thue-Mahler equations with a small number of solutions. *Journée Arithmétique 1987*, Ulm, BRD, 15 september.
- J.A.M. van de Graaf: An improved protocol for demonstrating possession of a discrete logarithm and some generalizations. *Eurocrypt '87*, Amsterdam, 12 april.
- M. Hazewinkel: Experimental mathematics. Math. Dept., Univ. of Paderborn, BRD, 20 januari.
- M. Hazewinkel: Antidiffusion models and pattern formation. Math. Dept., Univ. of Bielefeld, BRD, 21 januari.
- M. Hazewinkel: Symmetry breaking, bifurcation and pattern formation. *BIBOS V*, Bielefeld, BRD, 22 januari.
- M. Hazewinkel: Course on identification of linear systems (5 lectures + 5 practice sessions). *Second Workshop on Mathematics in Industry*, Trieste, Italië, 16-20 februari.
- M. Hazewinkel: Autocatalytic phenomena. *Second Workshop on Mathematics in Industry*, Trieste, Italië, 27 februari.
- M. Hazewinkel: Filtering. *ECMI 2: Mathematics in Industry*, Oberwolfach, BRD, 1 maart.
- M. Hazewinkel: Lie-algebra's en niet-lineair filteren. *Wiskunde Colloquium*, RU Utrecht, 12 maart.
- M. Hazewinkel: Euromath and technical word processing. Apple Univ., Pisa, Italië, 30 maart.
- M. Hazewinkel: Nonlinear filtering and Lie algebras. KTH, Stockholm, Zweden, 2 april.
- M. Hazewinkel: Experimental mathematics. *Physics Colloquium*, Univ. van Bielefeld, BRD, 22 mei.
- M. Hazewinkel: Nonlinear filtering and identification (een reeks van 5 voordrachten). *Course Analysis and Estimation of Mechanical Systems*, CISM, Udine, Italië, 15-19 juni.
- M. Hazewinkel: Identification, filtering, the symplectic group and Wei-Norman theory. *Second Workshop on the Mathematics of the Road-Vehicle System*, Torino, Italië, 22 juni.



- M. Hazewinkel: Possible relations between quantum mechanics and nonlinear filtering. *Colloquium Lecture*, Univ. of Dijon, Frankrijk, 26 juni.
- M. Hazewinkel: An introduction to nilpotent approximation filtering. *ICIAM 87*, Parijs, Frankrijk, 30 juni.
- M. Hazewinkel: Wei-Norman theory, solving PDE and filtering. Univ. of Pennsylvania, Philadelphia, USA, 25 augustus.
- M. Hazewinkel: Nilpotent approximation filtering. *Workshop on the Mathematics of Systems and Signal Processing*, Stanford, USA, 30 augustus.
- M. Hazewinkel: Lie algebraic approach to nonlinear filtering. INRIA, Versailles, Frankrijk, 21 september.
- M. Hazewinkel: Wei-Norman theory and nonlinear filtering. SUPELEC, Gif-sur-Yvette, Frankrijk, 23 september.
- M. Hazewinkel: Technical word processing on the Macintosh. *Mac Club Benelux Meeting*, Antwerpen, België, 16 oktober.
- M. Hazewinkel: Modeling pattern formation and anti-diffusion equations. ETH, Zurich, Zwitserland, 30 november.
- T.H. Koorwinder: Speciale functies geassocieerd met wortelsystemen. Katholieke Universiteit Leuven, België, 13 maart.
- T.H. Koorwinder: Orthogonale polynomen van argument  $id/dt$  en geassocieerde sferische functies. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 16 april.
- T.H. Koorwinder: Inversion of the Abel transform for root system  $A_2$ . *Ramanujan Centenary Conference*, University of Illinois, Urbana, USA, 5 juni.
- T.H. Koorwinder: Echantillonnage et inversion continue pour des problèmes de Sturm-Liouville. Université de Tunis, Tunesië, 22 september.
- T.H. Koorwinder: Fonctions spéciales associées à des systèmes de racines. Université de Tunis, Tunesië, 23 september.
- T.H. Koorwinder: Nieuwe generaliseerde functies als lineaire functionalen op een ruimte van bekende distributies. Universiteit Twente, 25 november.
- T.H. Koorwinder: Fonctions spéciales liées à un système de racines. Institut de Recherches Mathématiques, Abidjan, Ivoorkust, 8, 9, 11, 14 december.
- T.H. Koorwinder: Nouvelles fonctions généralisées comme fonctionnelles linéaires sur une classe de distributions connues. Institut de Recherches Mathématiques, Abidjan, Ivoorkust, 15 december.
- T.H. Koorwinder: Echantillonnage et inversion de la transformation de Jacobi finie et continue. Institut de Recherches Mathématiques, Abidjan, Ivoorkust, 17 december.
- J. van de Lune: Getaltheorie en de Personal Computer. *Vakantie cursus 1987: De personal Computer en de Wiskunde op School*, Eindhoven, 27 augustus en Amsterdam, 4 september.
- J. van de Lune (met H.J.J. te Riele): Het Goldbach-vermoeden. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15 april.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistische integreerbare systemen en analytische differentievergelijkingen. Afd. Physica, RU Utrecht, 18 februari, en Afd. Physica, Universiteit van Amsterdam, 26 februari.

- S.N.M. Ruijsenaars: Integreerbare systemen en analytische differentievergelijkingen. *Algemeen Wiskunde Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 25 maart.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistic integrable systems and analytic difference equations. MPI für Physik, München, BRD, 30 maart.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistic Calogero-Moser systems and solitons. Physics Dept. of the University of Canberra, Australië, 16 juli.
- S.N.M. Ruijsenaars: Integrable systems and analytic difference equations. Math. Dept. of the University of Canberra, Australië, 21 juli, en Math. Dept. of the University of Adelaide, Australië, 11 september.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistische integreerbare systemen en analytische differentievergelijkingen. Afd. Physica, RU Groningen, 9 november.
- S.N.M. Ruijsenaars: Conforme invarianten in 2 dimensies en Virasoro algebras. *Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*, Amsterdam, 9 oktober, 13 november, 11 december.
- J. de Vries: Shift systemen. *Studieweek Chaotische Dynamische Systemen*, CWI, Amsterdam, 19 augustus.
- J. de Vries: Invariant measures in abstract topological dynamics. *Conference Topology and Measure V*, Binz, DDR, 18 oktober.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- PM-R8701 M. HUŠEK, J. DE VRIES. *A note on compactifications of products of semigroups.*
- PM-R8702 S.N.M. RUIJSENAARS. *Relativistic Calogero-Moser systems and solitons.*
- PM-R8703 T.H. KOORNWINDER. *Group theoretic interpretations of Askey's scheme of hypergeometric orthogonal polynomials.*
- PM-R8704 S.N.M. RUIJSENAARS. *Action-angle maps and scattering theory for some finite-dimensional integrable systems; The pure solution case.*
- PM-R8705 D.J. SMIT. *String theory and algebraic geometry of moduli spaces.*
- PM-R8706 A.I. ZAYED. *Jacobi polynomial as generalized Faber polynomials.*
- PM-R8707 J. VAN BON, A.M. COHEN, H. CUYPERS. *Graphs related to Held's simple group.*
- PM-R8708 D.J. SMIT. *Algebraic and arithmetic geometry in string theory.*
- PM-R8709 M. HAZEWINKEL. *Introduction to nilpotent approximation filtering.*
- PM-R8710 G. BRASSARD, D. CHAUM, C. CRÉPEAU. *Minimum disclosure proofs of knowledge (revised version).*
- PM-N8701 J.T.M. VAN BON. *Distance regular antipodal covers of Johnson and Hamming graphs.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- Z1 A.E. BROUWER, E.W. LAMBECK (1987). An inequality on the parameters of distance-regular graphs and the uniqueness of a graph associated to  $M_{23}$ . *Ann. Discr. Math.* 34, 101-106.
- Z2 A.M. COHEN, G.M. SEITZ (1987). The  $r$ -rank of the groups of exceptional Lie type. *Proc. KNAW Series A* 90, 251-259.
- Z3 D. CHAUM, J.-H. EVERTSE (1987). A secure and privacy-protecting protocol for transmitting personal information between organizations. A.M. ODLYZKO (ed.). *Proc. Crypto '86*, Springer-Verlag, Berlin, 118-167.
- Z4 D. CHAUM, J.-H. EVERTSE, J.A.M. VAN DE GRAAF, R. PERALTA (1987). Demonstrating possession of a discrete logarithm without revealing it. A.M. ODLYZKO (ed.). *Proc. Crypto '86*, LNCS 263, Springer-Verlag, Berlin, 200-212.
- Z5 M. HAZEWINKEL (1987). Technical wordprocessing and Euromath. *Wheels of the Mind*, september, 15-20.
- Z6 M. HAZEWINKEL (1987). Introduction to nilpotent approximation filtering. A.H.P. VAN DER BURGH, R.M.M. MATTHEIJ (eds.). *Proceedings of the First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 87)*, CWI Tract 36, CWI, Amsterdam, 197-202.
- Z7 M. HAZEWINKEL (1987). Lie algebraic methods in filtering and identification. M. MEBKHOUT et.al. (eds.). *Proc. 8th International Congress on Mathematical Physics*, Luminy, 1986, World Scientific, 120-137.
- Z8 T.H. KOORNWINDER (1987). A group theoretic interpretation of Wilson polynomials. *Complex Analysis and Applications '85*, Sofia, 335-355.
- Z9 S.N.M. RUIJSENAARS (1987). Complete integrability of relativistic Calogero-Moser systems and elliptic function identities. *Comm. Math. Phys.* 110, 191-213.
- Z10 S.N.M. RUIJSENAARS (met A. CAREY) (1987). On fermion groups, current algebras and Kac-Moody algebras. *Acta Appl. Math.* 10, 1-86.
- Z11 S.N.M. RUIJSENAARS (met S. FULLING) (1987). Temperature, periodicity and horizons. *Phys. Repts.* 152, 135-176.
- Z12 S.N.M. RUIJSENAARS (1987). Relativistic Calogero-Moser systems and solitons. M. ABLowitz, B. FUCHSSTEINER, M. KRUSKAL (eds.). *Topics in Soliton Theory and Exactly Soluble Nonlinear Equations (Proc. Conf. Oberwolfach, 1986)*, World Scientific, Singapore, 182-190.
- Z13 J. DE VRIES (met S.A. ANTONYAN) (1987). Tychonov's theorem for  $G$ -spaces. *Acta Math. Hung.* 50, 253-256.
- Z14 J. DE VRIES (met M. HUŠEK) (1987). Preservation of products by functors close to reflectors. *Topology Appl.* 27, 171-189.

*Overige publikaties*

- Z15 A.M. COHEN (met W.H. HESSELINK, W.L.J. VAN DER KALLEN, J.R. STROOKER) (eds.) (1987). *Algebraic Groups*, LNM 1271, Springer-Verlag, Berlin.

- Z16 M. HAZEWINKEL (1987). English translation of: Yu.I. Manin, Book review of J. Lepovsky e.o. Vertex operators in mathematics and physics, *Acta Appl. Math.* 8, 322-324.
- Z17 M. HAZEWINKEL, J.F. KAASHOEK, B. LEIJNSE (1987). Liesegang Rings, Pattern Formation at Phase Transition: Experiment and Mathematical Modelling. Report 8729/A, Econometric Inst., EU Rotterdam.
- Z18 J. VAN DE LUNE (1987). Getaltheorie en de PC. *Vacantiecursus 1987: De Personal Computer en de Wiskunde op School*, CWI Syllabus 14, CWI, Amsterdam, 25-57.

# Verslag van de Afdeling

## Toegepaste Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen

- 1.1 Spectrale atmosferische modellen
- 1.2 Stochastische populatiedynamica
- 1.3 Random walks op random netwerken

TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse

- 2.1 Asymptotiek van integralen
- 2.2 Een niet-lineaire integraalvergelijking
- 2.3 Reststroming in getijgebieden
- 2.4 Convectorie-diffusie in een buis
- 2.5 Reflectie aan een gebogen oppervlak

TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica

TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

MS 4 Analyse en reconstructie van beelden

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen*

*1.1. Spectrale atmosferische modellen.* Het onderzoek aan spectrale atmosferische modellen werd afgerond met het schrijven van een dissertatie, waarop H.E. de Swart in april 1988 hoopt te promoveren. Ter voorbereiding daarop verscheen een tweetal rapporten [AM-R8705 en AM-R8710], waarin met name wordt ingegaan op de chaotische dynamica van stromingen beschreven door lage-orde spectrale modellen. Een vervolgaanvraag op dit project, ingediend door J. Grasman en J.D. Opsteegh (beide RU Utrecht) is gehonoreerd door de werkgemeenschap MFO van ZWO. Daarin zullen vooral de mathematische aspecten van de voorspelbaarheidsproblematiek van de atmosferische circulatie nader worden onderzocht.

*1.2. Stochastische populatiedynamica.* Een twee-dimensionaal uitsterfprobleem uit de populatiedynamica is bestudeerd, asymptotisch voor kleine ruis [AM-R8702]. In het kader van de studie van dynamische systemen met stochastische storingen zijn we ons vervolgens gaan richten op toepassingen m.b.t. levensduur en betrouwbaarheid van mechanische systemen. Samen met J. Grasman heeft H.N.M. Roozen hiervoor een eerste artikeltje geschreven dat zal verschijnen in de proceedings van de workshop *Road-vehicle Systems and Related Mathematics*, gehouden in Turijn, Italië, 1987. Het onderzoek zal in deze richting worden voortgezet.

*1.3. Random walks op random netwerken.* Het onderzoek aan stochastische wandelingen op inhomogene en random roosters heeft zich gericht op het afleiden van boven- en ondergrenzen voor diffusieconstanten. Dit onderzoek, dat J.B.T.M. Roerdink in samenwerking met K.E. Shuler (USA) verricht, wordt naar verwachting in 1988 afgesloten.

### *TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse*

*2.1. Asymptotiek van integralen.* Met K. Soni werd tijdens haar werkbezoek een gezamenlijk onderzoek afgerond naar biorthogonale stelsels die een rol spelen in de uniforme asymptotische ontwikkeling van integralen die als basisapproximant parabolische cylinderfuncties hebben [AM-R8709]. Vervolgens onderzocht N.M. Temme een klasse van integralen die als basisapproximant een gemodificeerde Besselfunctie hebben. Beide onderwerpen passen in de in voorbereiding zijnde monografie over uniforme asymptotiek van Laplace-achtige integralen en zullen in dit boek verwerkt worden.

*2.2. Een niet-lineaire integraalvergelijking.* Er werd een Laplace-vergelijking bestudeerd, gedefinieerd binnen een halve cirkel, met deels Dirichlet en deels gemengde niet-lineaire randvoorwaarden. Met Greenes-functietechnieken werd een representatie van de oplossing gegeven, waarna een niet-lineaire

integraalvergelijking ontstond voor het ontbrekende gedeelte van de randvoorwaarde. Deze vergelijking werd via iteraties berekend en er werden tabellen en grafieken van fysisch interessante grootheden geproduceerd. Een publikatie is in voorbereiding.

2.3. *Reststroming in getijgebieden.* Het onderzoek naar de structuur van reststromen in een rechthoekig getijbasin, gegenereerd door visceuze grenslagen langs de zijwanden, werd door H.E. de Swart en J.T.F. Zimmerman afgerond met het schrijven van een gezamenlijke publikatie die dit jaar in een wetenschappelijk rapport verscheen.

2.4. *Convectie-diffusie in een buis.* De vergelijking waarmee dit model beschreven wordt blijkt na toepassing van een tweezijdige Laplace-transformatie gereduceerd te kunnen worden tot de Schrödinger-vergelijking voor een harmonische oscillator op een cirkelschijf. Er is door B. Dijkhuis een aantal formules afgeleid, die een vrij goede benadering geven voor de wijze waarop de eigenwaarden van deze vergelijking afhangen van de oscillatorsterkte.

2.5. *Reflectie aan een gebogen oppervlak.* Onderzocht wordt of het mogelijk is om uit de vorm van caustische lijnen, die bij de reflectie optreden, af te leiden hoe het oppervlak gekromd is. Bij dit onderzoek wordt o.a. gebruikgemaakt van de resultaten van de catastrofetheorie.

### *TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica*

Teneinde de partiële functionaal-differentiaalvergelijkingen die overeenkomen met modellen voor de dynamica van fysiologisch gestructureerde populaties op een soepele manier in te passen in de kwalitatieve theorie van dynamische systemen werd verder gewerkt aan storingstheorie voor duale halfgroepen. Allereerst werden tijdsafhankelijke en niet-lineaire storingen in het zon-reflexieve geval behandeld, vervolgens werden een 'inter-twining'-formule en een kanonieke paring ten tonele gevoerd om de resultaten tot het algemene geval te generaliseren. Uit wiskundige nieuwsgierigheid werd ook gewerkt aan een Hille-Yosida stelling voor zwak\*continue halfgroepen (een publikatie hierover staat voor 1988 op het programma). Het werk werd uitgevoerd door O. Diekmann in nauwe samenwerking met Ph. Clément (Delft), M. Gyllenberg (Helsinki) en H.R. Thieme (Heidelberg, tijdelijk Claremont, CA, USA).

Met de populatiebioloog M.W. Sabelis (Leiden) werd intensief gewerkt aan modellen voor de interactie van spint- en roofmijten in een ensemble van lokale kolonies. Uitgaande van complexe, realistische gestructureerde modellen werden via tijdschaalargumenten en handige keuzes van submodellen allerlei eenvoudige karikaturen afgeleid. Vervolgens werd voor deze vereenvoudigde modellen een stabiliteitsanalyse uitgevoerd. Uit vergelijking van de uitkomsten volgen tenslotte biologische conclusies.

S.M. Verduyn Lunel gebruikte 'sophisticated' stellingen uit de complexe

functietheorie om de convergentie van de niet-harmonische Fourierreeks van de oplossing van Volterra convolutie- en functionaal-differentiaalvergelijkingen te bewijzen. Een publikatie hierover is in voorbereiding.

H.R. Thieme publiceerde samen met J.A.P. Heesterbeek een rapport waarin een probleem wordt behandeld uit de plantenziektenkunde. Er worden criteria afgeleid waarmee de doeltreffendheid van een bepaalde periodieke bestrijdingsmaatregel kan worden geschat [AM-R8708].

Door A. Grabosch en H.J.A.M. Heijmans werd een begin gemaakt met de bestudering van gestructureerde modellen die de productie van rode bloedcellen beschrijven.

#### *TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden*

Tezamen met de afdeling Mathematische Statistiek werd in de *Werkgroep Analyse van Beelden* aandacht besteed aan diverse aspecten van beeldverwerking, o.a. reconstructie, mathematische morfologie en statistische beeldanalyse. In oktober en november werd een *Seminarium Mathematische Morfologie* georganiseerd (6 bijeenkomsten) met J. Serra (Fontainebleau, Frankrijk) en C. Ronse (Philips Research Laboratory Brussels) als gastsprekers. Op 30 oktober werd het *Najaarsymposium van het Wiskundig Genootschap* georganiseerd met als thema: Wiskundige aspecten van Beeldverwerking.

H.J.A.M. Heijmans werkte aan een algebraïsche benadering van de mathematische morfologie. Drs. M. Zwaan trad op 1 maart in dienst als Onderzoeker in Opleiding en bestudeerde reconstructie van NMR-beelden van bewegende objecten, in samenwerking met Philips Medical Systems. J.B.T.M. Roerdink (projectleider) was bij beide deelprojecten betrokken. Per 1 januari 1988 gaat het deelproject 'Inverse verstrooiing en beeldverwerking van seismische data' van start, in samenwerking met de afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie en het Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium te Rijswijk. In het kader van een IAS-aanvraag wordt voor de nabije toekomst de invoering van (een netwerk van) werkstations t.b.v. de beeldverwerking voorzien.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Symposia, seminaria, colloquia*

*Seminarium Mathematische Morfologie.* Het programma luidde:

21 oktober:

J.B.T.M. Roerdink (CWI): Basisbegrippen van de mathematische morfologie.

H.J.A.M. Heijmans (CWI): Topologie en digitalisatie.

28 oktober:

L. Barendregt (TNO, Delft): Convexe verzamelingen, beeldfunctionalen en granulometrieën.

W. Vervaat (KU Nijmegen): Kanstheoretische en statistische aspecten.



4 november:

J.B.T.M. Roerdink (CWI): Grijswaardefuncties.

H.J.A.M. Heijmans (CWI): Generalisatie naar volledige tralies.

11 november:

J. Serra ( ENSMP, Fontainebleau): Morphological filters.

13 november:

J. Serra ( ENSMP, Fontainebleau): Boolean random functions and sets.

27 november:

C. Ronse (Philips Research Laboratory, Brussel): Complete lattice framework for morphology.

*Najaarsymposium Wiskundig Genootschap.* Het programma van dit symposium dat op 30 oktober plaatsvond, met als thema 'Wiskundige aspecten van Beeldverwerking', luidde:

D.E. Boekee (TU Delft): Datacompressie van beeldsequenties (van beeldtelefonie tot HDTV).

R.D. Gill (CWI): Statistische beeldreconstructie gebaseerd op Markov-veldmodellen.

J.B.T.M. Roerdink (CWI): De logica van beelden: een inleiding in de mathematische morfologie.

P.P.B. Eggermont (Delaware, USA): Integraalvergelijkingen in de beeldverwerking.

*Halfgroependag.* Op 3 november werd een halfgroependag georganiseerd. Het programma luidde:

W. Arendt (Université de Besançon): Vector-valued Laplace transforms and applications to Cauchy problems.

A. Tip (FOM-AMOLF, Amsterdam): Spectral deformation of Schrödinger operators on  $L^2(\mathbb{R}^n)$  and their associated semigroups.

B. de Pagter (TU Delft): Characterization of sun-reflexivity.

A. Grabosch (Universität Tübingen; tijdelijk CWI): Translation semigroups and their linearizations on spaces of integrable functions.

Ph. Clément (TU Delft): Generation of weakly\* continuous semigroups on dual Banach spaces.

*Computersimulatie van Fysiologisch Gestructureerde Populaties.* Op 6 maart werd door de vakgroepen Theoretische Teeltkunde van de LU Wageningen en Theoretische Biologie van de RU Leiden en de afdeling Toegepaste Wiskunde van het CWI een lezingendag georganiseerd.

Het programma was als volgt:

- J. Goudriaan (Theoretische Teeltkunde, LU Wageningen): Simulatie van gestructureerde populaties m.b.v. z.g. boxcartrain methoden.
- A.M. de Roos (Theoretische Biologie, RU Leiden): Een flexibele uitbreiding van het Leslie-matrix formalisme.
- H.G. Fransz (NIOZ, Texel): Simulatie van gestructureerde populaties in mariene ecosysteem modellen.
- M.W. Sabelis (Populatie Biologie, RU Leiden): Regionale dynamica van lokaal instabiele rover-prooi interacties.
- J. Groenendaal (VPO, LU Wageningen): Simulatie van weegbree populatiedynamica.

*The Dynamics of Physiologically Structured Populations.* Op 25 september organiseerde de afdeling Toegepaste Wiskunde met de vakgroep Theoretische Biologie van de RU Leiden een lezingendag met de volgende sprekers:

- R.M. Nisbet (University of Strathclyde, Glasgow): A model for canopy forming kelp: a variant on density vague population regulation.
- N.M. van Straalen (VU Amsterdam): Turnover of accumulating substances in populations with weight structure.
- F. van den Bosch (RU Leiden): Does it pay to be a cannibal?
- S.A.L.M. Kooijman (VU Amsterdam en TNO, Delft): Population consequences of a physiological model for individuals.

*Studieweek Chaotische Dynamische Systemen.* Van 17-21 augustus organiseerde de afdeling Toegepaste Wiskunde een studieweek aan de hand van het boek *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems* van Robert L. Devaney (Benjamin-Cummings, 1986). Aan de orde kwamen de onderwerpen symbolische dynamica, chaos, Sarkovskii's stelling, de Schwarzafgeleide, bifurcatietheorie, homocline punten, periodeverdubbeling, kneedtheorie, hoefijzerafbeeldingen, (vreemde) aantrekkers, stabiele en instabiele variëteiten, hyperboliciteit, Hopfbifurcatie, de Hénonafbeelding, Juliaverzamelingen. De studieweek had de opzet van een cursus en werd door ca. 25 deelnemers bijgewoond. Als docent traden op H.J.A.M. Heijmans, H.A. Lauwerier, J.B.T.M. Roerdink, O. Diekmann, J. de Vries, H.E. de Swart, N.M. Temme, J. Kaandorp (allen van het CWI) en J. Grasman (RU Utrecht), A. Vanderbauwhede (RU Gent), J.A.J. Metz (RU Leiden), H. Nijmeier (Universiteit Twente), S.A. van Gils (Universiteit Twente), G.F. Pouwels (Universiteit van Amsterdam), S.M. Verduyn Lunel (RU Leiden), S. van Strien (TU Delft).

### *Werkgroepen*

*Analyse van Beelden.* In deze werkgroep, die gezamenlijk met de afdeling Mathematische Statistiek wordt georganiseerd, is aandacht besteed aan de boeken *The Mathematics of Computerized Tomography* (1986) van F. Natterer en *Image Analysis and Mathematical Morphology* van J. Serra (1982), alsmede aan stochastische relaxatie, parameterschatting voor Markov-veldmodellen en statistische beeldrestauratie.

*Biomathematica*. De in 1986 begonnen serie bijeenkomsten over compartimentenmodellen werd in 1987 voortgezet en afgesloten. De volgende onderwerpen werden behandeld:

- Stochastische compartimentenmodellen (J. Grasman).
- Stroming van een medicijn in oplossing langs een compartiment en de Laplacetransformatie (E. Wattel).
- Het realisatieprobleem voor positieve lineaire systemen (J.H. van Schuppen).
- Parameterschatten in compartimentenmodellen beschreven door differentiaalvergelijkingen (P.W. Hemker).
- De fysiologische interpretatie van farmaco-kinetische modellen en de toepasbaarheid van een niet-compartimentale benadering (A.G. de Boer).
- Estimation of nonuniquely identifiable parameters via exhaustive modeling and membership set theory, with applications to compartmental modeling in chemistry (E. Walter).

Los hiervan werden twee ééndags-symposia over modellen voor fysiologisch gestructureerde populaties georganiseerd (zie voor het programma hierboven) en twee 'standaard' bijeenkomsten waarop de volgende onderwerpen aan bod kwamen:

- Competition in safe sites (S. Geritz).
- Waarom leven tweejarige planten langer dan twee jaar?  
Het biologische probleem (P. Klinkhamer).  
Wiskundige analyse: oneindige producten van random matrices (J.B.T.M. Roerdink).
- Rekenen met neuronale netwerken: snel en slordig (A.J. Noest).
- Een rekenomgeving voor de reconstructie van fylogenetische en historisch biogeografische relaties tussen taxonomische entiteiten (M. Zandee).

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Kleine consulten FOM* (B. Dijkhuis, N.M. Temme). Er zijn regelmatig contacten in de vorm van het verstrekken van kleine consulten met het FOM-instituut voor Atoom- en Molecuulfysica te Amsterdam. Onderwerpen die tot verder onderzoek aanleiding hebben gegeven staan vermeld bij het wetenschappelijk verslag (TW2.2 en TW2.5).

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA BUITEN HET CWI

*Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: J.B.T.M. Roerdink.

*Algemene Circulatie en Klimaatschommelingen*, KNMI, de Bilt, tweemaal per maand: H.E. de Swart.

*Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: B. Dijkhuis.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

- Werkbezoek University of California, San Diego, USA, 26 januari-6 februari:* J.B.T.M. Roerdink (voordracht).
- Volterra Integrodifferential Equations in Banach Spaces and Applications, Trento, Italië, 2-7 februari:* O. Diekmann.
- Werkbezoek Universität Heidelberg, 15-20 februari:* H.J.A.M. Heijmans.
- Mathematical Models in Biology, Oberwolfach, BRD, 15-21 maart:* O. Diekmann.
- Meeting on Mathematical Biology, Oberwolfach, BRD, 16-20 maart:* H.J.A.M. Heijmans.
- Symposium Mathematische Fysica, 23-24 maart, Lunteren:* B. Dijkhuis.
- Workshop Niet-lineaire Dynamica Twente, de Lutte, 9-10 april:* H.E. de Swart (voordracht).
- Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres, RU Utrecht, 15-16 april:* B. Dijkhuis, J.B.T.M. Roerdink, M. Zwaan, N.M. Temme, H.N.M. Roozen, H.J.A.M. Heijmans (de laatste drie hielden een voordracht).
- The Nature and Prediction of Extra Tropical Weather Systems, Reading, UK, 6-13 mei:* H.E. de Swart.
- Conference on Operator Semigroups, Antwerpen, België, 26-27 mei:* H.J.A.M. Heijmans.
- Advanced Topics in the Theory of Dynamical Systems, Trento, Italië, 1-6 juni:* O. Diekmann.
- First IEEE Conference on Computer Vision, Londen, UK, 8-12 juni:* J.B.T.M. Roerdink.
- Xth IPMI Conference on Information Processing in Medical Imaging, Utrecht, 22-26 juni:* H.J.A.M. Heijmans.
- First International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli:* H.N.M. Roozen en N.M. Temme (beiden hielden een voordracht).
- Population Dynamics of Spider Mites and Predatory Mites, Amsterdam, 5-11 juli:* O. Diekmann.
- Fifth Workshop on Multidimensional Signal Processing, Noordwijkerhout, 14-16 september:* J.B.T.M. Roerdink (poster).
- Informal Workshop on Statistical Aspects of Image Analysis, CWI, Amsterdam, 28-29 september:* J.B.T.M. Roerdink (voordracht).
- Conference Trends in Semigroup Theory and Applications, Trieste, Italië, 28 september-2 oktober:* O. Diekmann, H.J.A.M. Heijmans.
- Workshop on Nonlinear Differential Equations, Leiden, 12-16 oktober:* O. Diekmann.
- Najaarsymposium Wiskundig Genootschap, CWI, Amsterdam, 30 oktober:* P.P.B Eggermont, J.B.T.M. Roerdink (beiden hielden een voordracht).
- Selected Topics in Biomathematics, IIASA, Laxenburg (Wenen), Oostenrijk, 30 november-4 december:* O. Diekmann.
- Werkbezoek Helsinki University of Technology, Finland (dr. M. Gyllenberg), 12-18 december:* H.J.A.M. Heijmans.

## BEZOEKERS

De afdeling werd in het verslagjaar onder meer door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Indien door hen een voordracht werd gehouden, wordt de titel hiervan genoemd.

- Binggen Zhang (Shandong College of Oceanography, China), 27 februari-6 maart: On the oscillation and stability in a nonautonomous delay logistic equation.
- K. Soni, R.P. Soni (University of Tennessee, Knoxville, USA), 18 maart-6 juni: Uniform asymptotic expansions of integrals and associated polynomials.
- M.L. Glasser (Clarkson College of Technology, Potsdam, USA), 11-13 mei: Fun with integrals.
- J. Prüss (Gesamthochschule, Paderborn, BRD), 12 mei: The Rayleigh problem and linear Volterra equations in Banach spaces.
- M. Mimura (Hiroshima University, Japan), 22 mei: Dynamics of interfaces in excitable reaction-diffusion systems.
- L. Gatteschi (Universita di Torino, Italië), 18-24 mei: On asymptotic aspects of the zeros of Laguerre polynomials.
- K.E. Shuler (University of California, San Diego, USA), 1-25 september.
- S. Burys (Uniwersytet Jagiellonski, Kraków, Polen), 7-18 september: On discretization of parabolic differential equations.
- R. Nisbet (University of Strathclyde, Glasgow, Schotland), 21 september: Models of individual development and population for *Daphnia*.
- D. Dee (Courant Institute, New York, USA), 15 oktober: Observability of discretized partial differential equations.
- J. Serra (Centre de Morphologie Mathématique, Fontainebleau, Frankrijk), 11-13 november: zie Seminarium Mathematische Morfologie.
- C. Ronse (Philips Research Laboratory, Brussel, België), 26-27 november: zie Seminarium Mathematische Morfologie.

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups. *Volterra Integrodifferential Equations in Banach Spaces and Applications*, Trento, Italië, 3 februari.
- O. Diekmann: Dynamica van fysiologisch gestructureerde populaties. *Stafcolloquium*, Mathematisch Instituut, RU Utrecht, 26 februari.
- O. Diekmann: Bistability in a prey-predator-patch problem. *Mathematical Models in Biology*, Oberwolfach, BRD, 16 maart.
- O. Diekmann: Functional partial differential equations from population dynamics. *Advanced Topics in the Theory of Dynamical Systems*, Trento, Italië, 4 juni.
- O. Diekmann: Mathematical description of prey-predator-patch dynamics. *Population Dynamics of Spider Mites and Predatory Mites*, Amsterdam, 9 juli.
- O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups. *Conference Trends in Semigroup Theory and Applications*, Trieste, Italië, 29 september.

- O. Diekmann: Over populaties en halfgroepen. *Stafcolloquium Toegepaste Wiskunde*, Twente, 21 oktober.
- O. Diekmann: Generation of weakly continuous semigroups on dual Banach spaces. *Halfgroependag*, CWI, Amsterdam, 3 november.
- O. Diekmann: Dynamica van fysiologisch gestructureerde populaties. *Algemeen Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 18 november.
- O. Diekmann: Models for prey-predator-patch dynamics. *Selected Topics in Biomathematics*, IIASA, Laxenburg (Wenen), Oostenrijk, 4 december.
- P.P.B. Eggermont: Integraalvergelijkingen in de beeldverwerking. *Najaarssymposium Wiskundig Genootschap*, CWI, Amsterdam, 30 oktober.
- A. Grabosch: Translation semigroups and their linearizations on spaces of integrable functions. *Halfgroependag*, CWI, Amsterdam, 3 november.
- H.J.A.M. Heijmans: Principles of Mathematical Morphology. Heidelberg, BRD, 19 februari.
- H.J.A.M. Heijmans: On the simplification of structured population models. Oberwolfach, BRD, 16 maart.
- H.J.A.M. Heijmans: Beginselen van de mathematische morfologie. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15 april.
- H.J.A.M. Heijmans: Semilinear evolution equations on dual Banach spaces. *Conference on Operator Semigroups*, Antwerpen, België, 27 mei.
- H.J.A.M. Heijmans: Principles of Mathematical Morphology. CWI, Amsterdam, 22 september.
- H.J.A.M. Heijmans: Semilinear equations on dual Banach spaces. *Conference Trends in Semigroup Theory and Applications*, Trieste, Italië, 29 september.
- H.J.A.M. Heijmans: Topologie en digitalisatie. *Seminarium Mathematische Morfologie*. CWI, Amsterdam, 21 oktober.
- H.J.A.M. Heijmans: Generalisaties naar volledige tralies. *Seminarium Mathematische Morfologie*. 4 november.
- H.J.A.M. Heijmans: Semilinear evolution equations on dual Banach spaces. Helsinki University of Technology, Finland, 14 december.
- J.B.T.M. Roerdink: Stochastic and chaotic relaxation oscillations. University of California, San Diego, USA, 3 februari.
- J.B.T.M. Roerdink: Waarom leven tweejarige planten langer dan twee jaar? *Werkgroep Biomathematica*, CWI, Amsterdam, 20 februari.
- J.B.T.M. Roerdink: Mathematical morphology for structures without translation symmetry. *Informal Workshop on Statistical Aspects of Image Analysis*, CWI, Amsterdam, 29 september.
- J.B.T.M. Roerdink: Basisbegrippen van de mathematische morfologie. *Seminarium Mathematische Morfologie*, CWI, Amsterdam, 21 oktober.
- J.B.T.M. Roerdink: De logica van beelden: een inleiding in de mathematische morfologie. *Najaarssymposium Wiskundig Genootschap*, CWI, Amsterdam, 30 oktober.
- J.B.T.M. Roerdink: Grijswaardefuncties. *Seminarium Mathematische Morfologie*, CWI, Amsterdam, 4 november.

- H.N.M. Roozen: Asymptotische oplossing van een twee-dimensionaal uitsterfprobleem in de populatiedynamica. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 16 april.
- H.N.M. Roozen: Exit in a two-dimensional stochastic model arising in population dynamics. *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Parijs, Frankrijk, 3 juli.
- H.E. de Swart: Eigenschappen van atmosferische spectrale modellen en het voorspelbaarheidsprobleem. *Workshop Niet-lineaire Dynamica Twente*, de Lutte, 9 april.
- H.E. de Swart: Lyapunov-exponenten. *Studieweek Chaotische Dynamische Systemen*, CWI, Amsterdam, 20 augustus.
- N.M. Temme: Asymptotische ontwikkeling van Laguerre-polynomen. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15 april.
- N.M. Temme: Recent problems in uniform asymptotic expansion of integrals. *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Parijs, Frankrijk, 3 juli.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- AM-R8701 JIANG FURU. *Boundary value problems for ordinary differential equations with multiple turning points.*
- AM-R8702 H. ROOZEN. *An asymptotic solution to a two-dimensional exit problem arising in population dynamics.*
- AM-R8703 J.B.T.M. ROERDINK. *The biennial life strategy in a random environment.*
- AM-R8704 J. GRASMAN, J.B.T.M. ROERDINK. *Stochastic and chaotic relaxation oscillations.*
- AM-R8705 H.E. DE SWART. *Low-order spectral models of the atmospheric circulation: a survey.*
- AM-R8706 PH. CLEMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME. *Perturbation theory for dual semigroups III. Nonlinear Lipschitz continuous perturbations in the sun-reflexive case.*
- AM-R8707 H.J.A.M. HELMANS. *Mathematical morphology: an algebraic approach.*
- AM-R8708 H.R. THIEME, J.A.P. HEESTERBEEK. *How to estimate the efficacy of periodic control of an infectious plant disease.*
- AM-R8709 K. SONI, N.M. TEMME. *On a biorthogonal system associated with uniform asymptotic expansions.*
- AM-R8710 H.E. DE SWART. *Analysis of a six component barotropic spectral model: chaotic motion, predictability and vacillation.*
- AM-N8701 M. VAN HERWIJNEN. BEELDEN: *Een studie naar de mathematische morfologie van Serra.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings, e.d.*

- T1 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME (1987). Perturbation theory for dual semigroups I. The sun-reflexive case. *Math. Ann.* 277, 709-725.
- T2 O. DIEKMANN (1987). Perturbed dual semigroups and delay equations. S-N. CHOW, J.K. HALE (eds.). *Dynamics of Infinite Dimensional Systems*, NATO ASI-Series, Springer, 67-73.
- T3 O. DIEKMANN (1987). On the mathematical synthesis of physiological and behavioural mechanisms and population dynamics. E. TERAMOTO, M. YAMAGUTI (eds.). *Mathematical Topics in Population Biology, Morphogenesis and Neurosciences* Springer Lect. Notes in Biomath. 71, 48-52.
- T4 J. GRASMAN, H.E. DE SWART (1987). Low-order spectral models of the atmospheric circulation. A.H.P. VAN DER BURGH, R.M.M. MATTHEIJ (eds.). *Proc. ICIAM 87*, CWI Tract 36, CWI, Amsterdam, 351-360.
- T5 M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS (1987). An abstract delay-differential equation modelling size dependent cell growth and division. *Siam J. Math. Anal.* 18, 74-88.
- T6 J.A.P. HEESTERBEEK, J.C. ZADOKS (1987). Modelling pandemics of quarantine pests and diseases: problems and perspectives. *Crop Protection* 6, 211-221.
- T7 H.J.A.M. HEIJMANS (1987). Semigroup theory for control on sun-reflexive Banach spaces. *IMA Journal of Mathematical Control & Information* 4, 111-129.
- T8 L.R.M. MAAS, J.T.F. ZIMMERMAN, N.M. TEMME (1987). On the exact shape of the horizontal profile of a topographically rectified tidal flow. *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics* 38, 105-129.
- T9 H. ROOZEN, A. VAN OOSTEROM (1987). Computing the activation sequence at the ventricular heart surface from body surface potentials. *IEEE Medical & Biological Engineering and Computing* 25, 250-260.
- T10 H.E. DE SWART, J. GRASMAN (1987). Effect of stochastic perturbations on a low-order spectral model of the atmospheric circulation. *Tellus* 39A, 10-24.
- T11 H.E. DE SWART, J.T.F. ZIMMERMAN (1987). Tidal rectification in lateral viscous boundary layers of a semi-enclosed basin. *J. Fluid Mech.* 184, 381-389.
- T12 N.M. TEMME (1987). On the computation of the incomplete gamma functions for large values of the parameters. J.C. MASON, M.G. COX (eds.). *Algorithms for Approximation, Proceedings of the IMA-Conference*, Shrivensham July 15-19, 1985 Oxford, Clarendon, 479-489.
- T13 N.M. TEMME (1987). Recent problems in uniform asymptotic expansions of integrals. A.H.P. VAN DER BURGH, R.M.M. MATTHEIJ (eds.). *Proc.*



*ICIAM 87*, CWI Tract 36, CWI, Amsterdam, 117-128.

T14 N.M. TEMME (1987). Incomplete Laplace integrals: uniform asymptotic expansions with application to the incomplete beta function. *SIAM J. Math. Anal.* 18, 1638-1663.

*Overige publikaties*

T15 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME (1987). *Perturbation Theory for Dual Semigroups II. Time-Dependent Perturbation in the Sun-Reflexive Case*. Helsinki University of Technology.

T16 PH. CLÉMENT, H.J.A.M. HEIJMANS (1987). *One-Parameter Semigroups*. CWI Monograph 5, North-Holland, Amsterdam.

T17 O. DIEKMANN, J.A.J. METZ (1986). *Een Dialoog over een Krachtige Bastaard*, Inaugurele rede, RU Leiden.

T18 H.A. LAUWERIER (1987). *Fractals; Meetkundige Figuren in Eindeloze Herhaling*. Aramith Uitgevers, Amsterdam.

T19 H.A. LAUWERIER (1987). *Analyse met de Microcomputer*. Epsilon Uitgaven, No. 7, Utrecht.

T20 H.A. LAUWERIER (1987). *Meetkunde met de Microcomputer*. Epsilon Uitgaven, No. 8, Utrecht.

# Verslag van de Afdeling Mathematische Statistiek

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

### MS 1 Semiparametrische statistiek

- 1.1 Semiparametrische schattingstheorie
- 1.3 Stochastische censurering
- 1.4 Bootstrapmethoden
- 1.5 Order statistics
- 1.6 Statistiek voor steekproefuitersten

### MS 2 Stochastische processen

- 2.1 Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica
- 2.2 Statistische analyse van stochastische processen
- 2.3 Statistische analyse van verkeersstromen

### MS 3 Toegepaste Statistiek

- 3.2 Breukpuntmethoden
- 3.4 Statistische consultatie en samenwerking

### MS 4 Analyse en (re)constructie van beelden

- 4.1 Statistische analyse van beeldgegevens

*MS 1 Semiparametrische statistiek*

*1.1. Semiparametrische schattingstheorie.* Het onderzoek van K.O. Dzhaparidze over statistiek voor telprocessen leidde i.h.b. tot een ruimere vraagstelling betreffende de eigenschappen van meerdimensionale (partiële) meest-aannemelijkheidsschatters. Het bleek dat voorwaarden konden worden opgesteld welke geldig zijn ongeacht de dimensionaliteit van de parameter. De eerste resultaten, verkregen in samenwerking met dr. E. Valkeila (Helsinki), zijn vastgelegd in een rapport dat binnenkort zal verschijnen. In dit rapport zal aangegeven worden dat bovengenoemde nieuwe voorwaarden leiden tot een verbetering van de tot nog toe bekende resultaten, niet alleen in het geval van semimartingalen, telprocessen of diffusie, maar ook in het klassieke geval i.i.d. observaties. Verder werd een begin gemaakt met het bestuderen van efficiency in partieel gespecificeerde modellen, zoals regressie-analyse met stochastische regressoren, of bij statistische grootheden gebaseerd op partiële aannemelijkheid. In 1988 zal over dit onderzoek, dat plaatsvindt in samenwerking met P.J.C. Spreij (VU Amsterdam), worden gerapporteerd.

Het onderzoek van R.D. Gill naar de rol van compacte differentieerbaarheid in semiparametrische modellen, en speciaal bij niet-parametrische meest-aannemelijkheidsschatters (NPMLE) werd voortgezet met een studie van differentieerbaarheid en de bootstrap.

Het bleek dat voor (eventueel oneindig dimensionale) schatters die als differentieerbare functie van de empirische verdelingsfunctie te schrijven zijn, de bootstrap (zie ook MS 1.4) asymptotisch correct is: de bootstrap verdeling van de schatters convergeert in kans naar de correcte (gaussische) asymptotische verdeling. Onder een zeer zwakke vorm van continue differentieerbaarheid, is een sterker resultaat (convergentie met kans één) bewezen. Kort samengevat: 'de bootstrap werkt als de deltamethode werkt'. Deze resultaten werden toegevoegd aan rapport MS-R8604, die nu als [MS-R8709] werd geaccepteerd door *Scand. J. Statist.* Er werd over dit onderzoek gesproken in een voordracht (op uitnodiging) op het *Nederlands Mathematisch Congres*.

C.C. Heesterman bestudeerde het gebruik van compacte differentieerbaarheid bij (eindig-dimensionale)  $M$ -schatters, met het oog op een oneindig-dimensionale uitbreiding. De methoden van J.A. Reeds, uit een ongepubliceerd proefschrift uit 1978, die onjuistheden bevatten, werden gecorrigeerd en opnieuw (maar nu hopelijk correct) gepresenteerd in rapport [MS-R8713]. Het rapport werd ter publikatie aangeboden aan *Statistics and Decisions*. Helaas besloot C.C. Heesterman het CWI voortijdig te verlaten, om zich aan de theologie te wijden.

B.R. Clarke (Murdoch University, West-Australië, tijdelijk Edinburgh), die ook op dit terrein gepubliceerd heeft, bezocht in december de afdeling. Het onderzoek naar de efficiency van de NPMLE was onderwerp van een voordracht van R.D. Gill in een Oberwolfach bijeenkomst in maart gewijd aan semiparametrische statistiek. Ook werd door hem en A.W. van der Vaart (RU

Leiden) samengewerkt op dit gebied. Een hoofdstuk van diens proefschrift (te verschijnen als CWI Tract) werd gewijd aan dit onderwerp en in het bijzonder aan het bewijs van de zeer nuttige (nieuwe) stelling: 'een differentieerbare functionaal van een efficiënte schatter is ook een efficiënte schatter van de corresponderende functionaal'. Dit voor de hand liggende resultaat is alleen waar onder de juiste delicate keuzen van efficiency- en differentieerbaarheidsbegrip. Het resultaat werd onmiddellijk gebruikt in een toepassing op de NPMLE bij het model van stochastisch getrunceerde gegevens; zie MS 1.3.

Met J.A. Wellner (Seattle, USA) en Y. Vardi (Bell labs, Murray Hill, USA) werd samengewerkt aan een combinatie van onafhankelijke door R.D. Gill en J.A. Wellner (rapport MS-R8602) en Y. Vardi verkregen resultaten over de asymptotische eigenschappen van de NPMLE in 'sampling bias modellen'. Tijdens het bezoek van alle drie auteurs aan bovengenoemde Oberwolfach bijeenkomst werden bovendien sterk verbeterde bewijstechnieken geconstrueerd. Het resultaat (Technical Report 104, Department of Statistics, University of Washington) werd geaccepteerd door *Ann. Statist.*

In het kader van het ZWO-project 'statistiek in grote parameterruimtes' en met steun van de sectie Mathematische Statistiek van de Vereniging voor Statistiek werd een driedaagse workshop over semiparametrische modellen door K.O. Dzhaparidze georganiseerd. Semiparametrische modellen waren ook een belangrijk onderwerp op de *Bijeenkomst van Stochastici* in Lunteren, met P.J. Bickel (Berkeley) en J.A. Wellner (Seattle, tijdelijk Leiden) als gastsprekers op dit gebied.

R.D. Gill was tenslotte ook betrokken bij het onderzoek van K. van Montfort (ZWO promotie-medewerker psychologie, RU Leiden) naar 'errors in variables modellen' en bij het werk van J. Beirlant (KU Leuven) naar algemene censureringsmodellen. P. Groeneboom (adviseur afdeling MS) bestudeerde naar aanleiding van vragen van R.D. Gill het z.g. 'intervalcensureringsmodel' en ontdekte verrassende eigenschappen van de NPMLE: deze belangrijke schatter haalt de voor dit model optimale convergentie snelheid van  $N^{1/3}$ .

*1.3. Stochastische censurering.* Het werk van R.D. Gill en S. Johansen naar de produkt integraal, die in de analyse van overlevingsduren en meer in het algemeen bij statistische modellen voor telprocessen veelvuldig (maar als zodanig niet herkent) voorkomt, werd vastgelegd in rapport [MS-R8707] en aangeboden aan *Ann. Statist.* Een nieuw resultaat in dit onderzoek is de compacte differentieerbaarheid van de produkt integraal (zie MS 1.1. voor een bespreking van de belangrijke consequenties hiervan). Een combinatie van deze resultaten werd toegepast door R.D. Gill en N. Keiding in rapport [MS-R8702] over stochastische truncatie en Markov (tel-) processen, ook aangeboden aan *Ann. Statist.* Verder onderzoek naar dit model (tegenwoordig in de belangstelling wegens toepassingen in astronomie) betrof de schatting van het truncatie percentage- in de net genoemde toepassingen zou het kunnen gaan om de verhouding tussen waarneembare en niet-waarneembare quasars in het heelal. Heuristisch verkregen resultaten op dit gebied van Chang (1987, *Biometrika*) werden bewezen onjuist te zijn. Met behulp van de theorie van telprocessen

kon een vereenvoudigde, correcte versie worden afgeleid.

In het kader van het schrijven door P.K. Andersen en N. Keiding (SRU, Kopenhagen), O. Borgan (Oslo) en R.D. Gill van een boek over statistische modellen voor telprocessen werden drie drie-daagse werkbezoeken aan Kopenhagen afgelegd. Een aantal hoofdstukken kwamen - in concept - gereed. De resultaten van één daarvan - een algemene bespreking van censurering, truncatie en filtering in telprocessen en de betekenis van *onafhankelijke* en van *niet-informatieve* censurering - werd gepresenteerd door P.K. Andersen, op de Cornell conferentie over de statistische analyse van stochastische processen. Een zelfstandig te lezen artikel zal verschijnen in de Conferentie proceedings (een deel van de AMS serie *Contemporary Mathematics*) en als technisch rapport. Voordrachten werden ook door R.D. Gill gehouden tijdens bezoeken aan de Universiteiten van Essen en Bayreuth.

Dr. J. Mau (Tübingen) bezocht de afdeling om over dit onderzoek en uitbreidingen tot op discrete tijdstippen waargenomen Markov-modellen voor ziekte verloop te discussiëren. Het eerder verrichte onderzoek naar het model van Clayton en Cuzick voor afhankelijke overlevingsduren zal in Tübingen worden vervolgd met een toepassing in een biometrisch onderzoek naar tandimplementatie.

Ook prof.dr. E.V. Khmaladze (Steklov Institute, Moskou en Tbilisi) bezocht de afdeling; tijdens zijn twee maands verblijf gaf hij een reeks voordrachten over martingaalmethoden in de statistiek. Een hier door hem geschreven rapport [MS-R8712] over 'goodness-of-fit toetsen' werd aan *Ann. Statist.* aangeboden.

Naar aanleiding van vragen van G. Moek (NLR) over de schatting van 'software-reliability' deden drie studenten van de RU Utrecht onderzoek o.l.v. R.D. Gill naar de toepasbaarheid van telproces methodologie op dit terrein. Het gaat om een telproces dat telkens registreert wanneer een uitgebreid computersysteem, wegens een tot dan toe nog niet bekende 'bug' faalt. Als elke op deze manier ontdekte fouten onmiddellijk, en zonder nieuwe fouten te introduceren, worden verwijderd, daalt de intensiteit van het telproces. Door introductie van een parametrisch model voor de intensiteit wordt het mogelijk het aantal resterende fouten op een bepaald tijdstip te schatten. De statistische eigenschappen van de gangbare schattingsmethoden in de gebruikelijke modellen op dit gebied waren tot nu toe grotendeels onbekend. De eerste resultaten van het nieuwe onderzoek zijn heel bevredigend. Asymptotiek wordt hier bedreven in de ongebruikelijke situatie dat de parameter van interesse, het totaal aantal fouten in het systeem, naar oneindig gaat. 'Goodness-of-fit' toetsen werden geconstrueerd met behulp van de technieken van E.V. Khmaladze (Steklov Institute, Moskou en Tbilisi), waarbij in plaats van naar het telproces minus zijn geschatte compensator direct te kijken, men dit proces eerst zelf 'compenseert'. Een rapport is in voorbereiding en het is de bedoeling het onderzoek als STW-project voort te zetten.

De beoogde samenwerking met demografen van het NIDI en epidemiologen van het RIVM werd alleen op kleine schaal voortgezet. M. Wieseman (Universiteit van Amsterdam) leverde een bijdrage met een doctoraalscriptie,

geschreven o.l.v. R.D. Gill en P. Groeneboom over de eigenschappen van bepaalde momentenschatters. Hopelijk kunnen deze zaken in 1988 weer meer aandacht krijgen.

R.D. Gill werd uitgenodigd om samen met H. Strasser (Bayreuth) een Oberwolfach bijeenkomst gewijd aan martingaalmethoden in de statistiek (december 1988) te organiseren. Met het oog hierop werd een bezoek aan Bayreuth gebracht.

*1.4. Bootstrapmethoden.* In het verslagjaar verscheen rapport [MS-R8708] het resultaat van eerder door R. Helmers verricht onderzoek naar de asymptotische nauwkeurigheid van empirische Edgeworth en bootstrapbenaderingen voor de verdelingsfunctie van gestudentiseerde  $U$ -statistics. Ook nieuwe betrouwbaarheidsintervallen voor de verwachting van een  $U$ -statistic, gebaseerd op Edgeworth ontwikkelingen en bootstrapmethoden, worden ontwikkeld. Een voordracht over het onderzoek werd gehouden tijdens een werkbezoek aan de KU Leuven. Het artikel werd ter publikatie aangeboden aan een tijdschrift. Met P. Janssen (Diepenbeek, België) en R.J. Serfling (Baltimore, USA) werd door R. Helmers verder gewerkt aan een onderzoek naar bootstrap benaderingen voor gegeneraliseerde  $L$ -statistics. Een gezamenlijk rapport getiteld: *Berry-Esseen rates and Bootstrap results for generalized L-statistics*, zal begin 1988 worden gepubliceerd.

*1.5. Order statistics.* In samenwerking met R.J.M.M. Does (RU Limburg) en C.A.J. Klaassen (RU Leiden) werd door R. Helmers een overzichtsartikel over functies van uniforme spacings geschreven (S9). Tevens verscheen S5, een herziene versie van rapport MS-R8405 in het *Journal of Statistical Planning and Inference*. Het rapport MS-R8601, het resultaat van eerder verricht onderzoek, van R. Helmers in samenwerking met A.J. van Es (Universiteit van Amsterdam), naar het asymptotisch gedrag van elementaire symmetrische polynomen werd in principe voor publikatie geaccepteerd door *Probability Theory and Related Fields*. Ook publikatie S10 in het jaarverslag 1985, het resultaat van eerder verricht onderzoek, door R. Helmers in samenwerking met P. Janssen (Diepenbeek, België) en R.J. Serfling (Baltimore, USA), naar sterke limietwetten voor gegeneraliseerde  $L$ -statistics en empirische verdelingsfuncties van  $U$ -statistic structuur zal in gereviseerde vorm in *Probability Theory and Related Fields* verschijnen.

Een lokale limietstelling en een asymptotische ontwikkeling voor de *dichtheid* van een lineaire combinatie van order statistics werden in het verslagjaar bewezen. Dit onderzoek werd ten dele gemotiveerd door recent werk van Easton and Ronchetti (JASA (1986)). Deze auteurs suggereren een manier om Edgeworth ontwikkelingen voor de dichtheid van een willekeurige statistische grootheid (i.h.b. voor  $L$ -statistics) te gebruiken om een z.g. zadelpuntbenadering voor de verdeling van deze grootheid te bepalen. De vraag of asymptotische ontwikkelingen voor de dichtheid van een  $L$ -statistic kunnen worden afgeleid bleef echter onbeantwoord. Over dit resultaat werd door R. Helmers een voordracht gehouden op de *17th European Meeting of Statisticians*

in Thessaloniki. In 1988 zal over het onderzoek gerapporteerd worden.

*1.6. Statistiek voor steekproefuitersten.* A.L.M. Dekkers heeft in samenwerking met L.F.M. de Haan het onderzoek naar de asymptotische eigenschappen van de Pickands-schatteer voor de hoofdparameter van de gegeneraliseerde extreme-waarden-verdeling voortgezet met onderzoek naar schatters voor extreme kwantilen en schatters voor het eindpunt van de onderliggende verdeling van de waarnemingen, voor het geval deze verdeling een eindig rechtereindpunt bezit. De asymptotische verdelingen van deze schatters zijn berekend. De resultaten zijn verschenen in de rapporten [MS-R8710] en [MS-R8711], welke in principe na revisie als één artikel zullen verschijnen in de *Annals of Statistics*.

Het onderzoek is vervolgd met onderzoek naar een generalisatie van de Hill-schatteer (voorgesteld door B.M. Hill in 1975). De Hill-schatteer is een schatteer voor de vormparameter van de gegeneraliseerde extreme-waarden-verdeling voor het geval de onderliggende verdeling géén eindpunt heeft. De uitbreiding van de Hill-schatteer (momenten schatteer genaamd) heeft deze restrictie niet. Voor deze momentenschatteer is zwakke consistentie en asymptotische normaliteit bewezen. Verder is een schatteer geconstrueerd voor extreme kwantilen van de extreme-waarden-verdeling voor het geval de onderliggende verdeling een eindig rechterpunt heeft. In 1988 zal hierover gerapporteerd worden. Ook is een begin gemaakt met de implementatie van bovengenoemde schatters en toepassing daarvan op gegevens van Rijks-waterstaat (zie MS 3.4).

## *MS 2 Stochastische processen*

*2.1. Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica.* De samenwerking met F. den Hollander (TU Delft) over stochastische wandelingen heeft een succes geboekt ten aanzien van de studie van de dubbele-staart- $\sigma$ -algebra. Trivialiteit van deze algebra kon worden aangetoond in het geval de dubbele staart van de incrementen triviaal is. Het bewijs maakt een interessant gebruik van entropie. B. Weiss (Jeruzalem) speelde tevens een belangrijke rol in dit verband. In 1988 zal hierover worden gerapporteerd.

Het inzicht in Markov-representatie is vooruitgegaan door de ontdekking dat zo'n representatie niet hoeft te bestaan onder sterke eisen van continuïteit in kans indien de  $g$ -functie, welke geassocieerd is met relevante overgangskansen, niet continue is. Het tegenvoorbeeld is ontleed aan eerder werk van Berbee and Bradley.

Helaas is door ziekte een aanzienlijk deel van het jaar verloren gegaan.

*2.2. Statistische analyse van stochastische processen.* Een herziene versie van het rapport MS-R8612 van A. Sieders (AKZO Arnhem) en K.O. Dzharparidze over kansen op grote afwijkingen van algemene  $M$ -schatteers verscheen in de *Annals of Statistics*. In het verslagjaar werd door A. Sieders en K.O. Dzharparidze samengewerkt aan soortelijke problemen op het terrein van de tijdreeksanalyse.

Resultaten van dit onderzoek werden door A. Sieders in zijn proefschrift gebruikt.

*2.3. Statistische analyse van verkeersstromen.* Gedurende het verslagjaar is door E.A.G. Weits, in samenwerking met P. Groeneboom, veel literatuur bestudeerd over stochastische partiële differentiaalvergelijkingen om zo bouwstenen te verkrijgen voor een macroscopisch stochastisch verkeersstroom model. Dit model zal gebaseerd zijn op stochastische partiële differentiaalvergelijkingen, die beschouwd kunnen worden als een continue approximatie van het empirisch waargenomen discrete proces.

De resultaten zullen in 1988 in een rapport worden vastgelegd. Mondelinge rapportage van voorlopige resultaten door E.A.G. Weits heeft onder meer plaats gevonden op een bijeenkomst van de Sectie Mathematische Statistiek van de Vereniging voor Statistiek.

### *MS 3 Toegepaste Statistiek*

*3.2. Breukpuntmethoden.* Het onderzoek van S.A. van de Geer naar asymptotisch gedrag van de kleinste-kwadraten schatter van een regressiemodel in het algemene en het twee fasen regressiemodel in het bijzonder, is afgerond met het schrijven van een proefschrift. Tevens is een begin gemaakt met de uitbreiding naar andere schattingsmethoden, zoals kleinste absolute waarden en kleinste-kwadraten met een penalty. In het verslagjaar verscheen tevens het rapport MS-R8602 van S.A. van de Geer in de *Annals of Statistics*.

*3.4. Statistische consultatie en samenwerking.* Voor een verslag van een breed scala van activiteiten in dit deelproject wordt verwezen naar de sectie *Samenwerking en consultaties*.

### *MS 4 Analyse en (re)constructie van beelden*

*4.1. Statistische analyse van beeldgegevens.* De *Werkgroep Analyse van Beelden* (georganiseerd in samenwerking met de afdeling TW) zette haar reeks van driewekelijkse bijeenkomsten voort. Er werd onder meer gesproken over Boolese modellen voor random closed sets en over de tomografie. Een bezoek werd afgelegd door de groep aan Organon (Oss).

Op 28 en 29 september werd een informele workshop gehouden over Statistische (en Mathematische) aspecten van de beeldanalyse. Aan deze bijeenkomst werd o.a. deelgenomen door een groep statistici, kansrekenaars en stereologen uit Aarhus, onder leiding van prof. O.E. Barndorff-Nielsen en door dr. A. Baddeley (DSM/CSIRO, Australië). Er heeft een vruchtbare uitwisseling van ideeën plaatsgevonden. Tevens is een afspraak gemaakt voor een volgende workshop in mei 1988 in Aarhus.

Dr. A. Baddeley (DSM/CSIRO, Australië) heeft, gedurende zijn bezoek aan het CWI in september, het door hem ontwikkelde pakket 'Z' voor beeldanalyse geïnstalleerd. Het is mogelijk om met de in de literatuur beschreven methoden



voor beeldanalyse praktische ervaring op te doen. Eén van deze methoden is de Iterated conditional mode voor beeldsegmentatie, door J. Besag beschreven in de *Journal of the Royal Statistical Society B* (1986). Deze methode is geënt op een Bayesiaans statistisch model voor het beeld en de meetfouten in de waargenomen grijswaarden.

Bij een eerste proef met deze beeldsegmentatie-methode lukte het ons al om een door ons onherkenbaar verstoord tweekleuren beeld nagenoeg te realiseren. C. Jennison (Bath) bezocht eveneens de afdeling en vertelde over recente uitbreidingen van deze interessante methoden.

De analyse van de posities van een bepaald soort eiwitbolletjes (receptoren) op de wand van een humane cel (gegevens afkomstig van het Hubrecht Laboratorium/Nederlands instituut voor Ontwikkelingsbiologie) werd in het verslagjaar voortgezet. Het is ons gelukt om hiervoor een stochastisch proces te definiëren dat soortelijke punten patronen genereert als degene die worden waargenomen, als de eiwitbolletjes zichtbaar worden gemaakt. De parameters in dit model konden worden geschat. Thans wordt gewerkt aan het berekenen van de betrouwbaarheid van drie schatters met behulp van een nieuwe techniek: 'de deltaxtrap'. Hierbij wordt gesimuleerd uit een eerste orde *approximatie* van de schatter i.p.v. uit de schatter zelf.

Aan dit onderzoek is deelgenomen door M.J. Rottschäfer, een medewerker (drs. L.G. Barendregt) van het Instituut voor Toegepaste Informatica TNO te Delft, en dr. R.A. Moyeed (Bath, UK en Dhaka, Bangla Desj). Dr. Moyeed verbleef als gast op de afdeling van 1 mei t/m 30 juni.

Prof.dr. W. Vervaat (KU Nijmegen) verbleef het najaar (vanaf 1 oktober) als gast op het CWI. Hij heeft deelgenomen aan de activiteiten op het terrein van de beeldverwerking en daaraan bijgedragen door voordrachten over de kanstheoretische aspecten en door onderzoeksadviezen over verbanden met abstracte traliëtheorie. Daarnaast heeft hij het eigen onderzoek over kanstheorie in tralies voortgezet. Belangrijkste resultaat is de voltooiing van een omvangrijk artikel met overzichtsaspecten over extremaalprocessen en stochastische halfcontinue functies. In het artikel wordt beargumenteerd dat extremaalprocessen gezien moeten worden als stochastische bovenhalfcontinue functies op het tijddomein. Bovenhalfcontinue functies corresponderen op hun beurt via hun ondergrafieken, met de volle collectie gesloten verzamelingen van een topologische ruimte, die niet gesepareerd (= Hausdorff) is. In verband hiermee wordt de theorie consequent in de algemeenheid van niet-gesepareerde ruimten ontwikkeld.

Voor andere activiteiten in het kader van de *Werkgroep Analyse van Beelden* wordt verwezen naar TW 4; zie in het bijzonder het najaarssymposium van het Wiskundig Genootschap (waaraan R.D. Gill een bijdrage leverde) en het *Seminarium Mathematische Morphologie* (W. Vervaat leverde hieraan een bijdrage), afgesloten met voordracht van J. Serra (Parijs) en C. Ronse (Brussel).

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Bijeenkomst van mathematisch statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars.* Onder auspiciën van het Wiskundig Genootschap, de Vereniging voor Statistiek en het Centrum voor Wiskunde en Informatica werd op 16, 17 en 18 november een conferentie voor mathematisch statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars gehouden in Lunteren. De organisatiecommissie bestond uit: dr. R. Helmers (MS), prof.dr. J.Th. Runnenburg (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. W.R. van Zwet (RU Leiden).

De volgende voordrachten werden gehouden:

- A.D. Barbour (Zürich, Zwitserland): Stein's method for proving rates of convergence.
- M.T. Barlow (Cambridge, UK): Brownian motion and diffusion on fractals.
- P.J. Bickel (Berkeley, USA):
- 1) Are the information bounds sharp?
  - 2) One-step estimates for infinite dimensional parameters.
- R.W. Keener (Ann. Arbor, USA):
- 1) Multi-armed bandits with simple arms
  - 2) Correcting confidence intervals for bias due to optional stopping.
- E. Nummelin (Helsinki, Finland):
- 1) On non-singular Markov renewal processes
  - 2) On large deviations for stationary processes.
- J.A. Wellner (Seattle, USA):
- 1) Semiparametric models and alternating conditional expectation (ace)
  - 2) Censoring, martingales and the Cox model.

*Symposium Statistische methoden voor grote parameterruimten.* In samenwerking met de Sectie Mathematische Statistiek van de Vereniging voor Statistiek werd op 2, 3 en 4 december, in het kader van het ZWO-project 'Statistiek voor grote parameterruimten' een symposium over statistische methoden voor grote parameterruimten gehouden. Buitenlandse deelnemers waren o.a. I.A. Ibragimov (Leningrad, tijdelijk Leiden), L. Birgé (Parijs), F. Götze (Bielefeld), J.A. Wellner en P. Sasieni (Seattle, tijdelijk Leiden), S.A. van de Geer (Bristol) en een 20-tal deelnemers uit Nederland. K.O. Dzhaparidze (MS) en R.D. Gill (MS) hielden een voordracht.

*Werkgroepen*

*Empirische processen.* Gedurende het eerste halfjaar werden in een aantal bijeenkomsten verschillende hoofdstukken uit het boek van D. Pollard *Convergence of Stochastic Processes*, Springer Series in Statistics, Springer-Verlag, New York, door deelnemers aan de werkgroep besproken. De organisatie van de werkgroep was in handen van S.A. van de Geer en L. Stougie (Universiteit van Amsterdam).

*Algemene Werkbesprekingen van de afdeling MS*

In 1987 vonden de volgende voordrachten plaats:

A.P. van der Plas: Stochastic modelling of citations from scientific publications, 19 januari.

C.C. Heesterman: Asymptotiek van  $M$ -schaters; het gebruik von Mises-calculus en compacte differentiatie, 2 februari.

R. van der Horst (STO): Demonstratie van het statistisch pakket 'S' onder UNIX, 16 februari.

A. Verbeek: Demonstratie van Huber's 'I.S.P.', Event Data, etc., 23 februari.

H.C.P. Berbee: Het Ising model en lange afstandsinteractie, 30 maart.

A.L.M. Dekkers: Hoogwaterstanden en extreme waarden, 27 april.

E.A.G. Weits: Stationariteit van autosnelwegverkeer en de verplaatsing van verstoringen, 11 mei.

R.A. Moyeed (Dhaka, Bangla Desj, tijdelijk CWI): Some smoothing aspects of spline smoothing regression, 3 juni.

M. Hušková (Karel Universiteit, Praag, Tsjechoslowakije): Nonparametric approach to detection change point problem, 26 oktober.

P. Groeneboom (Universiteit van Amsterdam): Asymptotic theory for NPMLE's for incompletely observable data, 9 november.

S. Tardif (Université de Montréal, Canada, tijdelijk CWI): Optimal distribution-free and conditionally distribution-free tests for randomized block designs, 7 december.

W. Vervaat: Zelfgelijkvormige processen, 16 december.

Tevens werden in het kader van het bezoek van de internationale evaluatiecommissie, welke het onderzoek op het terrein van de stochastiek op het CWI beoordeelde, de volgende voordrachten door leden van de afdeling MS gehouden:

K.O. Dzhaparidze: On the generalized Hellinger-distances in a filtered space, 23 september.

R. Helmers: Second order asymptotics and the bootstrap, 24 september.

E.A.G. Weits: Stochastic partial differential equations and freeway traffic, 24 september.

## SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Statistische adviezen AKZO* (R.D. Gill). R.D. Gill was statistisch adviseur bij Akzo Research (Arnhem). Adviezen werden gegeven over semiparametrische modellen, overlevingsduuranalyse, beeldanalyse en statistische programmatuur.

*Wicksell-probleem* (A. Hoogendoorn). In het verslagjaar werd dit in november 1986 gestarte onderzoek voortgezet. Het probleem luidt: men doet waarnemingen van twee-dimensionale cross-secties van een populatie van drie-dimensionale bollen. De opgave is om uit de waargenomen empirische verdeling van cirkeldiameters, statistische conclusies te trekken over de populatie verdeling van boldiameters. Wicksell heeft in 1925 een verband afgeleid (een integraalvergelijking) tussen de kansdichtheid van de cirkeldiameters en die van de diameters van de bollen. Deze relatie is echter 'ill-posed' (kleine veranderingen in de waarnemingen kunnen tot grote veranderingen in het resultaat leiden).

Samen met drs. A.J. van Es (Universiteit van Amsterdam) is het gebruik van kernschatters in deze context bestudeerd. Ook andere vormen van 'smoothing' van de waarnemingen werden onderzocht.

*Citatie-onderzoek* (A.P. van der Plas, R. van der Horst (STO), R.D. Gill). In het najaar van 1985 is in samenwerking met H. Moed en T. van Raan van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), thans van de RU Leiden, een onderzoek gestart naar citaties van publikaties in verschillende wetenschapsgebieden. Doel is een bruikbaar stochastisch model voor 'het geciteerd worden' in opeenvolgende jaren van een wetenschappelijke publikatie te construeren. In het verslagjaar werd het onderzoek afgerond met het schrijven van een manuscript getiteld *A Semiparametric Model for Citation Counts* dat begin 1988 als CWI-rapport zal verschijnen. Ook een tweede rapport, waarin meer algemene kansmodellen, dan die welke in het eerste verslag aan de orde kwamen, worden bestudeerd, zal in 1988 worden gepubliceerd.

*Overschrijdingslijnen langs de Nederlandse kust* (A.L.M. Dekkers, R. Helmers, R. van der Horst (STO), L.F.M. de Haan, G. van Osta). In dit omvangrijke consultatieproject dat sinds het najaar van 1984, in samenwerking met Rijks-waterstaat (opdrachtgever) en het KNMI wordt uitgevoerd is het voornaamste oogmerk op verschillende plaatsen langs de Nederlandse kust een zodanig hoogwater niveau (het 'basispeil') aan te geven dat de kans op overschrijding van dat niveau in een willekeurig jaar  $10^{-4}$  is. Hierbij is het nodig de kansverdeling van de jaarmaxima zo nauwkeurig mogelijk te schatten op basis van het beschikbare waarnemingsmateriaal (hoogwaterstanden gedurende de periode 1885-1985 zijn voor verschillende plaatsen langs de kust beschikbaar).

In het verslagjaar werd veel aandacht besteed aan de keuze van het z.g. *stormseizoen*. Door beperking tot waarnemingen in het stormseizoen wordt geprobeerd de situatie dat de waarnemingen dezelfde (marginale) verdeling bezitten, te benaderen.

Verder is m.b.v. een eenvoudige maat voor *clustering* van hoge hoogwaterstanden (optredend in het stormseizoen) nagegaan hoever de waarnemingen in de tijd uit elkaar moeten liggen zodat ze ongeveer onafhankelijk zijn. Dit leidde tot *selectie* van waarnemingen die in de tijd voldoende ver uit elkaar liggen. Op basis van alle geselecteerde hoogwaterstanden (opzetten) in het stormseizoen, welke bovendien nog boven een geschikt gekozen drempelwaarde uitsteken, moet vervolgens de extreme-waarden-verdeling van de jaarmaxima geschat worden. Op basis van een *parametrisch model* (een gegeneraliseerde Pareto-verdeling) werden schattingen voor het basispeil bepaald. G. van Osta onderzoekt in het kader van haar stage bij het CWI, in hoeverre de *bootstrap methode* hier gebruikt kan worden om betrouwbaarheidsintervallen voor het basispeil te bepalen. Theoretisch onderzoek naar schatters voor het basispeil in een *niet-parametrisch model* (de enige aanname is nu dat de verdelingsfunctie van waarnemingen in het attractiegebied van een extreme-waarden-verdeling ligt) vond plaats in het kader van het deelproject MS 1.6. Het is de bedoeling in 1988 deze nieuwe schattingsmethoden op de geselecteerde hoogwaterstanden toe te passen. Het onderzoek zal eind 1988 worden afgerond.

*Belastingaangifte* (J.M. Anthonisse (MB), C.C. Heesterman, A.W. Hoogendoorn). Dit onderzoek betreft het afhandelen van belastingaangifte formulieren. Deze moeten over het beschikbare personeel (controleurs en inspecteurs) verdeeld worden. Dit zou moeten gebeuren afhankelijk van de fiscaal-technische en juridische problemen die men daarin aantreft, maar dit zal vaak pas achteraf duidelijk worden. Op grond van een steekproef die door ervaren personeel werd afgehandeld, werd een enquête-formulier ingevuld met vragen over de problematiek die aan de orde kwam, en wie het betreffende formulier achteraf had moeten krijgen.

Het CWI heeft het computerprogramma CART (California Statistical Software, Inc., zie ook *Classification and Regression Trees*, L. Breiman e.a., Wadsworth, 1984) aangeschaft en toegepast bij het onderzoek om te begrijpen wanneer men werk aan een bepaald persoon toekende (classificatie waarbij alle variabelen gebruikt worden), en heeft een poging gedaan om op grond van eenvoudig te verkrijgen gegevens een regel voor de verdeling van het werk op te stellen (classificatie waarbij slechts enkele geselecteerde variabelen gebruikt worden).

*Analyse zeldzame woordfrequenties* (R.D. Gill). Een samenwerking is gestart met H. Baayen (Letteren, VU Amsterdam) over de analyse van (zeldzame) woordfrequenties. Toevallig is door E.V. Khmaladze (Moskou) ook aan dit probleem gewerkt en er wordt gehoopt elementen uit diens nieuwe theorie over 'een groot aantal zeldzame gebeurtenissen' toe te passen.

*Bayesiaans kansbegrip in expertsystemen* (R.D. Gill). Advies werd gegeven over het gebruik van het Bayesiaanse kansbegrip in expertsystemen aan L.C. van der Gaag (afdeling AA). Speciaal werd gekeken naar recente bijdragen van S. Lauritzen en D. Spiegelhalter, waarin het propageren van (on)zekerheid in een

causaal netwerk wordt geanalyseerd middels Markov-processen op grafen.

*Resampling technieken in de kwantitatieve genetica* (R. Helmers). Met een promovendus werd gesproken over mogelijke toepassingen van jackknife en bootstrapmethoden op een probleem uit de kwantitatieve genetica. Het probleem kan worden herleid tot de vraag een betrouwbaarheidsinterval voor variantiecomponenten in een variantie-analyse model te construeren, dat ook bruikbaar is bij niet-normaal verdeelde waarnemingen.

*Diversen.* H.C.P. Berbee en R. Helmers verrichtten refereewerkzaamheden voor Math. Reviews, respectievelijk voor het Zentralblatt für Mathematik.

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Werkbezoek Universiteit van Essen*, BRD, 21-22 januari: R.D. Gill (voordracht).

*Werkbezoek Statistical Research Unit*, Kopenhagen, Denemarken, 2-4 februari: R.D. Gill.

*Werkbezoek Limburgs Universitair Centrum*, Diepenbeek, België, 24 februari: R. Helmers.

*Werkbezoek Katholieke Universiteit Leuven*, België, 25 februari: R. Helmers (voordracht).

*Oberwolfach Meeting on Semiparametric Statistics*, Oberwolfach, BRD, 9-13 maart: K.O. Dzhaparidze, R.D. Gill (voordracht).

*Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15-16 april: S.A. van de Geer (voordracht), R.D. Gill (voordracht), E.A.G. Weits.

*Werkbezoek Universiteit van Essen*, BRD, 22 april: S.A. van de Geer (voordracht).

*Bijeenkomst Sectie Mathematische Statistiek*, Vereniging voor Statistiek, Utrecht, 21 mei: E.A.G. Weits (voordracht).

*Werkbezoek Statistical Research Unit*, Kopenhagen, Denemarken, 22-24 juni: R.D. Gill.

*17th European Meeting of Statisticians*, Thessaloniki, Griekenland, 22-28 augustus: R. Helmers (voordracht).

*Werkbezoek 'Voorlichting SAS'*, IBM, Utrecht, 9 oktober: A.L.M. Dekkers, R. van der Horst.

*Werkbezoek University of Sussex*, Brighton en *Imperial College*, Londen, UK, 11-14 oktober: W. Vervaat.

*Symposium Statistische Software*, Utrecht, 16 oktober: A.L.M. Dekkers, R. van der Horst.

*Werkbezoek Statistical Research Unit*, Kopenhagen, Denemarken, 2-4 november: R.D. Gill.

*Bijeenkomst van Stochastici*, Lunteren, 16-18 november: alle medewerkers van de afdeling MS; R. Helmers was lid van het organisatiecomité.

*Werkbezoek Universiteit van Bayreuth*, BRD, 19-20 november: R.D. Gill (voordracht).

*Symposium Statistische Methoden voor Grote Parameterruimten*, Amsterdam, 2-4 december: K.O. Dzhaparidze (voordracht), R.D. Gill (voordracht), R. Helmers.

#### BEZOEKERS

De afdeling werd in het verslagjaar onder meer door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Indien door hen een voordracht werd gehouden, wordt de titel hiervan genoemd.

V.K. Klonias (Universiteit van Kreta, Griekenland), 20-21 mei: On density estimation from censored data by penalized likelihood methods.

R.A. Moyeed (Bangla Desj/Universiteit van Bath), 1 mei-30 juni (voordracht; zie werkbesprekingen afdeling MS).

J. Mau (Universiteit van Tübingen, BRD), 15-18 juni: Martingale-related biostatistics.

W. Woyczynski (Case Western Reserve University, Cleveland, USA), 17-18 juni: Semimartingale integrals via decoupling inequalities and tangent spaces.

C. Jennison (University of Bath, UK), 29 juni-1 juli: Statistical image restoration and refinement.

E.V. Khmaladze (Steklov Institute, Moskou, USSR), 24 mei-27 juni:

1) Innovation methods in goodness-of-fit theory, 1 juli

2) Some applications of martingale limit theorems in statistics, 8 juli

3) Statistical analysis of a large number of rare events (LNRE), 15 juli.

M. Hušková (Karel Universiteit, Praag, Tsjechoslowakije), 17-31 oktober (voordracht; zie werkbesprekingen afdeling MS).

A. Baddeley (DSM/CSIRO, Canberra, Australië) 16-30 september.

B.R. Clarke (Murdoch University, West-Australië), Frechet-differentiability and  $M$ -estimators, *Symposium statistische methoden voor grote parameterruimten*, Amsterdam, 4 december.

J.A. Wellner (University of Washington, Seattle, tijdelijk RU Leiden) bezocht de afdeling wekelijks i.v.m. de tekstverwerking van het te verschijnen boek: *Efficient and Adaptive Inference in Semi-parametric Models*; auteurs: P.J. Bickel, C.A.J. Klaassen, Y. Ritov, J.A. Wellner.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

K.O. Dzhaparidze: On best asymptotically linear estimators for compensator parameters. *Symposium Statistische Methoden voor Grote Parameterruimten*, Amsterdam, 4 december.

S.A. van de Geer: De convergentie snelheid van kleinste-kwadraten schatters onder entropie voorwaarden. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15 april.

S.A. van de Geer: Least squares estimation. Universiteit van Essen, BRD, 22 april.

R.D. Gill: Efficiency of tests with unequal censoring. Universiteit van Essen, BRD, 21 januari.

- R.D. Gill: Estimating semiparametric models by NPMLE. *Oberwolfach Meeting on Semiparametric Statistics*, Oberwolfach, BRD, 14 maart.
- R.D. Gill: Compact derivatives and product integrals. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15 april.
- R.D. Gill: Statistische beeldreconstructie gebaseerd op Markov-veldmodellen. *Najaarssymposium Wiskundig Genootschap*, Amsterdam, 30 oktober.
- R.D. Gill: Non parametric MLE in the random truncation model. Universiteit van Bayreuth, BRD, 19 november.
- R.D. Gill: Nonparametric estimation in the left truncation model. *Symposium Statistische Methoden voor Grote Parameterruimten*, Amsterdam, 2 december.
- R. Helmers: Second order asymptotics for the bootstrap. Katholieke Universiteit Leuven, België, 25 februari.
- R. Helmers: A local limit theorem for linear combinations of order statistics. *17th European Meeting of Statisticians*, Thessaloniki, Griekenland, 25 augustus.
- R. Helmers: Dijkhoogten Deltawerken 1956-1987. *WCW-Open Dag*, Amsterdam, 3 oktober.
- W. Vervaat: Narrow and vague convergence of set functions. Imperial college, Londen, UK, 14 oktober.
- E.A.G. Weits: Een stochastisch model voor verkeersstromen op een autosnelweg. Sectie Mathematische Statistiek, Vereniging voor Statistiek, Utrecht, 21 mei.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- MS-R8701 E. VALKEILA. *A Prohorov bound for a Poisson process and a Bernoulli process.*
- MS-R8702 N. KEIDING, R.D. GILL. *Random truncation models and Markov processes.*
- MS-R8703 M.L. EATON. *Admissibility in fair Bayes prediction problem, I. General theory.*
- MS-R8704 T.A. LOUIS, J.K. BAILEY. *Controlling error rates using prior information and marginal totals to select tumor sites.*
- MS-R8705 T.A. LOUIS. *Efficient monotone sequential design.*
- MS-R8706 M.L. EATON. *Concentration inequalities for Gauss Markov estimators.*
- MS-R8707 R.D. GILL, S. JOHANSEN. *Product-integrals and counting processes.*
- MS-R8708 R. HELMERS. *On the Edgeworth expansion and the bootstrap approximation for a studentized U-statistic.*
- MS-R8709 R.D. GILL. *Non- and semiparametric maximum likelihood estimators and the von Mises method (part I).*
- MS-R7810 A.L.M. DEKKERS, L. DE HAAN. *On a consistent estimate of the index of an extreme value distribution.*



- MS-R8711 A.L.M. DEKKERS, L. DE HAAN. *Large quantile estimation under extreme-value conditions.*
- MS-R8712 E.V. KHMALADZE. *An innovation approach to goodness of fit tests in  $R^m$ .*
- MS-R8713 C.C. HEESTERMAN. *A central limit theorem for M-estimators by the von Mises method.*
- MS-R8714 A.J. KONING. *On single lane roads.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- S1 H. BERBEE (1986). Periodicity and absolute regularity. *Israel J. Math.* 55, 289-304 (abusievelijk niet vermeld in jaarverslag 1986).
- S2 H. BERBEE, C.G.E. BOENDER, A.H.G. RINNOOY KAN, C.L. SCHEFFER, R.L. SMITH, J. TELGEN (1987). The identification of nonredundant constraints of a system of linear inequalities from asymptotically uniform interior points. *Mathematical Programming* 37, 184-207.
- S3 H. BERBEE (1987). Convergence rates in the strong law for bounded mixing sequences. *Probab. Th. Rel. Fields* 74, 255-270.
- S4 H. BERBEE (1987). Chains with infinite connections: uniqueness and Markov representation. *Probab. Th. Rel. Fields* 76, 243-253.
- S5 R.J.M.M. DOES, R. HELMERS, C.A.J. KLAASSEN (1987). On the Edgeworth expansion for the sum of a function of uniform spacings. *Journal of Statistical Planning and Inference* 17, 149-157.
- S6 S. VAN DE GEER (1987). A new approach to least squares estimation, with applications. *Ann. Statist.* 15, 587-602.
- S7 R.D. GILL, M. SCHUMACHER (1987). On a simple test of the proportional hazards model. *Biometrika* 74, 289-300.
- S8 A. SIEDERS, K. DZHAPARIDZE (1987). A large deviation result for parameter estimators and its application to nonlinear regression analysis. *Annals of Statistics* 15, 1031-1049.

*Overige publikaties*

Van of met medewerking van medewerkers van de afdeling MS verschenen:

- S9 R.J.M.M. DOES, R. HELMERS, C.A.J. KLAASSEN (1987). *Higher Order Asymptotics for the Sum of Functions of Uniform Spacings with an Application to Greenwood's Statistic.* Rapport 16, Capaciteitsgroep Medische Informatica en Statistiek, RU Limburg.
- S10 S.A. VAN DE GEER (1987). *Regression Analysis and Empirical Processes.* Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.
- S11 R.D. GILL, W. METTROP (1987). De profeet, de missionaris en de handelsreiziger (interview met J. Hemelrijk). G. ALBERTS, F. VAN DER BLIJ, J. NUIS (red.). *Zij Mogen Uiteraard Daarbij de Zuivere Wiskunde Niet Verwaarloozen*, CWI, Amsterdam, 187-197.
- S12 R.D. GILL (1987). *Gemiste Kansen.* Inaugurele rede, RU Leiden.
- S13 R.D. GILL, Y. VARDI, J.A. WELLNER (1987). *Large Sample Theory of*

*Empirical Distributions in Biased Sampling Models*. Report 104, Department of Statistics, University of Washington, Seattle, USA (cf. rapport MS-R8603).

S14 K.A. LAWSON, R.A. PEDERSON (with appendix by S. VAN DE GEER). Cell fate, morphogenetic movement and population genetics of embryonic endoderm at the time of germ layer formation of the mouse (te verschijnen in *Development* (1988)).

# Verslag van de Afdeling

## Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

#### MB 1 Combinatorische optimalisering

- 1.1 Ontwerp en analyse van algoritmen
- 1.2 Meetkundige methoden
- 1.3 Parallele algoritmen
- 1.4 Interactieve distributieplanning
- 1.5 Interactieve productieplanning

#### MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken

- 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen
- 2.2 Prestatie-analyse van communicatiesystemen
- 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen
- 2.4 Prestatie-analyse van verkeersregelingen
- 2.5 Betrouwbaarheid en beschikbaarheid van netwerken

#### MB 3 Systeem- en regeltheorie

- 3.1 Lineaire systemen
- 3.2 Stochastische systeemtheorie
- 3.5 Adaptief regelen
- 3.6 Puntprocessystemen
- 3.7 Extern gefinancierde projecten
  - Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen
  - De regeling van overbelasting van communicatiesystemen

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*MB 1 Combinatorische optimalisering*

*1.1. Ontwerp en analyse van algoritmen.* J.K. Lenstra rondde drie publikaties op het gebied van de machinevolgordeproblemen af: een analyse van benaderingsalgoritmen voor het schedulingprobleem op ongerelateerde parallele machines, in samenwerking met D.B. Shmoys en É. Tardos (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA) [OS-R8714, B9]; enige resultaten voor een probleem op identieke parallele machines waarbij de bewerkingstijd van een opdracht afhangt van het aantal opdrachten dat in bewerking is, in samenwerking met M. Dror en H.I. Stern (Ben Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel) [B7]; en een artikel over algoritmen voor 'pipeline scheduling', in samenwerking met E.L. Lawler (University of California, Berkeley, USA), C.U. Martel (University of California, Davis, USA), B. Simons en L.J. Stockmeyer (IBM Almaden Research Center, San Jose, USA) [B20]. Hij begeleidde het promotie-onderzoek van P.J.M. van Laarhoven (Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven) over statistische koeling en van L.C.R.J. Willenborg (Centraal Bureau voor de Statistiek, Heerlen) over het ontwerpen en analyseren van vragenlijsten.

M.W.P. Savelsbergh ontwierp en analyseerde  $k$ -verwisselingsmethoden voor routeringsproblemen in de aanwezigheid van verscheidene restricties [OS-R8711].

M. Desrochers, J.K. Lenstra en M.W.P. Savelsbergh stelden een overzicht samen van optimaliserings- en benaderingsalgoritmen voor voertuigrouteringsproblemen met tijdvensters [OS-R8715], ter publikatie in een boek dat in 1988 bij North-Holland zal verschijnen.

M.W.P. Savelsbergh startte per 1 november een onderzoek dat de ontwikkeling van combinatorische algoritmen voor omvangrijke plannings- en schedulingproblemen beoogt. Er is een begin gemaakt met het bestuderen van geschikte methoden, onder andere methoden die gebruik maken van polyhedrale combinatoriek en Lagrange-relaxatie.

J.A. Hoogeveen analyseerde het gedrag van de Christofides-heuristiek voor het vinden van Hamiltonpaden; een publikatie hierover zal in 1988 verschijnen.

*1.2. Meetkundige methoden*

*Decompositie van grafen.* Het in 1986 begonnen onderzoek naar de decompositie van grafen zonder bepaalde 'verboden' deelstructuren werd voortgezet, in samenwerking met L. Lovász (Boedapest), P.D. Seymour (Bell Communications Research, Morristown, NJ, USA), en K. Truemper (Dallas, Texas, USA). In 1988 worden de resultaten beschreven.

*Packing van subgrafen van gegeven type.* Bestudeerd werd het volgende probleem: zij gegeven een graaf  $G$  en een collectie van grafen  $T$  (paden ter lengte twee, driehoeken, klieken, enz.). Bepaal een zo groot mogelijke verzameling van paarsgewijs disjuncte deelgrafen van  $G$  die tot elk tot  $T$  behoren. Dit probleem is in het algemeen 'moeilijk', d.w.z. NP-volledig. Voor een klasse van heuristische worden grenzen afgeleid voor het worst case gedrag. De gevonden grenzen zijn optimaal voor bepaalde  $T$  (klieken). Het probleem is gerelateerd aan het bepalen van het maximale aantal verzamelingen waarvan elk  $t$ -tal een 'system of distinct representatives' heeft. Een deel der resultaten werd beschreven in rapport RRR 41-87 (Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA).

*Multi-commodity stromen en routeringsproblemen voor VLSI-ontwerp.* Het in 1985 begonnen onderzoek aan 'multi-commodity flows' werd voortgezet, mede in het licht van toepassingen bij het ontwerpen van 'integrated circuits'. Resultaten werden bereikt op het gebied van kant-disjuncte paden in z.g. 'straight-line' planaire grafen [OS-R8718] en punt-disjuncte paden in willekeurige planaire grafen (in samenwerking met A. Frank (Boedapest)). Met behulp van de ellipsoïde-methode werd het bestaan van een polynomiale algoritme voor het vinden van disjuncte paden van gegeven homotopie in een planaire graaf aangetoond. Daarna werd een combinatorische methode voor dit probleem gevonden, werkend in tijd  $O(V^3)$ , en ook voor het algemenere probleem van het vinden van bomen van gegeven homotopieën. (Dit probleem doet zich voor als deelprobleem bij het bepalen van een routing van verbindingen op een 'chip' met 'one layer'.) Deze methode levert ook een bewijs van een vermoeden van Lovász en Seymour, voortkomend uit de theorie van 'graph minors'. De stelling zegt dat dergelijke paden (of algemenere: bomen) bestaan, als en slechts als aan een bepaalde sneden-conditie wordt voldaan. Onderzocht werd ook tot welke sneden men zich mag beperken.

Resultaten werden beschreven in de rapporten en preprints 'Disjoint circuits of prescribed homotopies in a graph on a surface' [B23], 'Decomposition of graphs on surfaces and a homotopic circulation theorem' [OS-R8719], 'Edge-disjoint homotopic paths in straight-line planar graphs' [OS-R8718], 'Vertex-disjoint paths of given homotopy in a planar graph'. De rapporten 'On fractional multicommodity flows and distance functions' en 'Distances and cuts in planar graphs' zullen verschijnen in *Discrete Mathematics* en *Journal of Combinatorial Theory (B)*.

*Ontkruizen van verzamelingen.* Met L. Lovász (Boedapest) en É. Tardos (Boedapest en M.I.T.) werd gewerkt aan een algoritme voor z.g. 'ontkruizen' van collecties deelverzamelingen van een verzameling. (Dit komt voor bij het bepalen van een optimale geheeltallige duale oplossing voor met behulp van lineaire programmering beschreven combinatorische optimaliseringsproblemen.) Speciaal werd de eindigheid en de polynomiale begrensdheid van het aantal stappen onderzocht. De resultaten werden beschreven in de preprint 'How to tidy up your set-system?' [B18].

*Overzichtsartikel Polyhedrale Combinatoriek.* Het overzichtsartikel 'Polyhedral Combinatorics' ten behoeve van het *Handbook of Combinatorics* (North-Holland), werd voltooid [OS-R8701].

*Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization.* De laatste hand werd gelegd aan het boek 'Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization' (met M. Grötschel (Augsburg) en L. Lovász (Boedapest)), dat in 1988 bij Springer-Verlag zal verschijnen.

*1.3. Parallele algoritmen.* G.A.P. Kindervater (Halle, DDR) en J.K. Lenstra breidden hun overzichtsartikel over parallele algoritmen in de combinatorische optimalisering wederom uit [OS-R8720]; het zal verschijnen in de *Annals of Operations Research*. In samenwerking met A.H.G. Rinnooy Kan (EU Rotterdam) gaven zij een overzicht van recente ontwikkelingen en van hun verwachtingen voor de nabije toekomst ten aanzien van parallele beslistkundige berekeningen [OS-R8709], ter publikatie in *Operations Research*. In samenwerking met D.B. Shmoys herzagen zij hun artikel over de parallele complexiteit van benaderingsalgoritmen voor het handelsreizigersprobleem (OS-R8609), ten behoeve van het *Journal of Algorithms*.

B. Veltman begon een literatuurstudie van parallele berekeningen en combinatorische optimalisering.

*1.4. Interactieve distributieplanning.* J.M. Anthonisse, J.K. Lenstra en M.W.P. Savelsbergh voltooiden de functionele beschrijving van het interactieve routeringspakket CAR [OS-R8701, OS-N8716]. M.W.P. Savelsbergh begeleidde de installatie van CAR bij Fashion Transport Holland, dat naast de planningsmodule CAR een data entry systeem CARIG (CAR InvoerGegevens) en een rapportgenerator ontwikkelde. Na invoering van het systeem in de maand oktober is het project per 1 november afgesloten. M.W.P. Savelsbergh voltooide zijn proefschrift, waarop hij in 1988 hoopt te promoveren.

Besprekingen werden gevoerd over het in licentie geven van CAR aan softwarebureaus en over het voortzetten van de samenwerking met het bedrijfsleven in een nieuw project op het gebied van de fysieke distributie.

M. Desrochers, J.K. Lenstra en M.W.P. Savelsbergh ontwierpen een classificatieschema voor voertuigrouteringsproblemen [OS-R8721], als eerste stap op weg naar de ontwikkeling van een systeem dat de modellering en algoritmekeuze op dit terrein ondersteunt.

*1.5. Interactieve productieplanning.* J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg en S.L. van de Velde zetten de ontwikkeling van een tweetal interactieve systemen voor productie- en allocatieplanning voort.

Het onderzoek in het project 'Interactieve Productieplanning Kledingindustrie', dat gedeeltelijk door de ISP gefinancierd wordt, heeft de ontwikkeling en de implementatie van een interactief beslissingsondersteunend systeem voor productieplanning in de kledingindustrie KLIPP ten doel. In het verslagjaar werd gewerkt aan een opsplitsing van het planningsprobleem in twee fasen, die

gemodelleerd kunnen worden als een laadprobleem en een machinevolgordeprobleem. S.L. van de Velde en J. Grabowski (Technical University of Wrocław, Wrocław, Polen) verrichtten onderzoek naar de toepassing van de door Grabowski ontwikkelde 'block-approach' op het machinevolgordeprobleem dat in de tweede fase van KLIPP optreedt. De implementatie van het systeem werd in samenwerking met het TNO-Vezelinstituut voortgezet; een eerste operationeel systeem zal begin 1988 bij een bedrijf worden geïnstalleerd.

S.L. van de Velde ontwierp algoritmen voor een drietal machinevolgordeproblemen; publikaties hierover zullen in 1988 verschijnen.

J. Hendriks wijdde haar doctoraalscriptie aan een generalisatie van het 'job shop scheduling' probleem.

J.M. Anthonisse en B.J. Lageweg werkten verder aan de ontwikkeling van een interactief planningssysteem voor de toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen. In het verslagjaar werd de gebruikersinterface van het systeem ontwikkeld en geïmplementeerd en werd een begin gemaakt met de ontwikkeling van algoritmen voor automatisch toewijzen.

J.A. Hooegeveen begon een literatuurstudie over machinevolgordeproblemen met meervoudige criteria.

J.M. Anthonisse, J.K. Lenstra en M.W.P. Savelsbergh schreven een korte notitie over de algemene karakteristieken van interactieve planningssystemen; deze zal in 1988 verschijnen.

J.M. Anthonisse, K.M. van Hee (TU Eindhoven) en J.K. Lenstra namen deel aan een internationaal samenwerkingsproject op het gebied van beslissingsondersteunende systemen, dat door IIASA (Laxenburg, Oostenrijk) wordt gecoördineerd; zij beschreven de opzet van het project [OS-N8702].

## *MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken*

*2.1. De analyse van mathematische wachtrijmodellen.* Samen met G.A.P. Kindervater is een wachtrijmodel ontwikkeld en onderzocht, dat congestievervalsingen beschrijft bij de afhandeling van branch-and-bound algoritmen op parallelle processoren. De resultaten zijn vastgelegd in rapport [OS-R8717], dat is aangeboden ter publikatie.

Met J.W. Cohen en S.J. de Klein (RU Utrecht) zijn contacten onderhouden betreffende randwaardeproblemen bij de analyse van meerdimensionale stochastische wandelingen en wachtrijmodellen. Enige werkzaamheden werden verricht ten bate van een Russische vertaling [B15] van het boek *Boundary Value Problems in Queueing System Analysis* (J.W. Cohen, O.J. Boxma).

*2.2. Prestatie-analyse van communicatiesystemen & 2.3. Prestatie-analyse van computersystemen.* Gezien de sterke overlap van werkzaamheden in deze twee deelprojecten worden zij hier tezamen besproken.

J.L. van den Berg bestudeerde flow control protocollen voor computercommunicatienetwerken, waarin boodschappen verloren kunnen gaan wegens een beperkte buffercapaciteit. In samenwerking met O.J. Boxma ontwikkelde hij een benaderingsmethode voor de doorstroomsnelheid van boodschappen in

zulke netwerken [OS-R8702 = B1]. Deze methode levert ook een bruikbare benadering voor de verblijftijd van boodschappen in het netwerk; de resultaten zullen in 1988 worden vastgelegd in een rapport. De benaderingsmethode steunt o.a. op in [B6] ontwikkelde inzichten omtrent de sterk overheersende invloed van de 'traagste bediende' in een netwerk van bedieningscentra.

W.P. Groenendijk en O.J. Boxma continueerden hun onderzoek naar wachtrijmodellen bestaande uit meerdere wachtrijen die cyclisch door een bediende worden afgewerkt. Zulke cyclische bedieningsystemen worden tegenwoordig veel gebruikt bij analyse van 'local area' netwerken met een bus- of ringstructuur. Een behoudswet voor een gewogen som van de wachttijden is afgeleid, zowel voor modellen met continue tijdsparameter [B3] als voor modellen met discrete tijdsparameter [OS-R8707]. De behoudswet unificeert en generaliseert veel reeds bekende wachttijdformules, en biedt uitstekende mogelijkheden voor verder onderzoek. Zij kan o.a. worden gebruikt om benaderingen voor gemiddelde wachttijden in de diverse wachtrijen af te leiden. Voor een speciale bedieningsdiscipline, van belang voor de IBM token ring, was dit in samenwerking met B.W. Meister (IBM Zürich, Zwitserland) reeds gedaan [B4, B5]. Groenendijk heeft het benaderingsconcept uit deze artikelen gegeneraliseerd en verfijnd; binnenkort zullen enkele publikaties hierover gereedkomen. Een exacte analyse van een model met twee wachtrijen [OS-R8712] heeft bijgedragen tot het inzicht dat leidde tot genoemde verfijning.

In veel computer- en communicatienetwerken worden jobs in gedeelten verwerkt, of genereren jobs nieuwe taken. In zulke gevallen kunnen optredende congestieverschijnselen worden gemodelleerd met behulp van een bedieningsstelsel met feedback van klanten. Het blijkt mogelijk te zijn de gezamenlijke kansverdeling van de opeenvolgende verblijftijden van een terugkerende klant te berekenen voor M/M/1 wachtrijen met een algemene feedbackregel. In [OS-R8708] is het speciale geval geanalyseerd waarbij klanten een vast aantal malen terugkeren; [OS-R8710] beschouwt het algemene geval, waarbij klanten die reeds  $i$  keer een bediening hebben verkregen, met kans  $p(i)$  terugkeren. Een limietprocedure waarbij de gemiddelde bedieningstijd per rondgang naar nul nadert terwijl  $p(i) \rightarrow 1$ , zodat de gemiddelde totale bedieningstijd constant blijft, doet het feedback systeem naderen tot een M/G/1 wachtrij met processor sharing. J.L. van den Berg gebruikt dit feit voor een nieuwe analyse van dit processor sharing systeem; enige publikaties zijn in voorbereiding.

Ook dit jaar is veel aandacht geschonken aan recente belangrijke ontwikkelingen op het gebied van software pakketten voor wachtrij-analyse. In juni is door Boxma en Groenendijk een gebruikersgroep van programmatuur voor wachtrij/prestatie-analyse (Q-PASS) opgericht. Doel is de kennis en het gebruik van geavanceerde programmatuur op dit gebied in Nederland te bevorderen. Een Engelstalige newsletter, Q-PASSPORT, zal vier keer per jaar worden gepubliceerd. Het eerste nummer is eind 1987 verschenen. Het CWI heeft het door AT&T Bell Laboratories ontwikkelde 'general purpose' pakket PAW besteld, evenals een nieuwe versie (met grafische faciliteiten) van het reeds ter beschikking staande pakket QNAP2.



Tenslotte zij vermeld dat Groenendijk samen met H.M. Nieland (OBV) een populair-wetenschappelijk artikel over wachtrijtheorie heeft geschreven [B8].

*2.4. Prestatie-analyse van verkeersregelingen.* De kwaliteit van een verkeersregeling op een kruispunt wordt uitgedrukt in grootheden als het aantal stops en de gemiddelde wachttijd van weggebruikers. Wachtrij-analyse van verkeersregelingen leidt tot mathematisch interessante wachtrijmodellen met cyclische, verkeersafhankelijke bediening - welke verwant zijn aan de in MB2.3 bestudeerde cyclische bedieningssystemen. Contacten met het bedrijf Nederland-Haarlem B.V. hebben geleid tot een oriëntatie op de wachtrijproblemen bij kruispunten met verkeersregelingen. De aanvraag van een STW-project wordt overwogen.

*2.5. Betrouwbaarheid en beschikbaarheid van netwerken.* Om de gevolgen van de storingen in bijvoorbeeld een productieproces te ondervangen, wordt in sommige situaties een tweede productie-eenheid in gereedheid gehouden voor het geval de werkende eenheid uitvalt (een zogenaamd cold-standby systeem). Bovendien kan deze reserve-eenheid worden ingeschakeld in geval van noodzakelijk geacht onderhoud aan de eerste eenheid. Onderzoek is verricht naar de beschikbaarheid van een cold-standby (productie-)systeem bestaande uit twee parallel geschakelde componenten bestuurd door een onderhoudsstrategie van het 'control-limit' type. Door middel van een inbeddingstechniek is een expliciete uitdrukking voor de beschikbaarheid van een dergelijk systeem verkregen. Daarnaast is een recurrente procedure ontworpen voor de berekening van de beschikbaarheid in het geval van Erlang verdeelde reparatietijden. Een publikatie hierover is in voorbereiding.

Tevens is onderzoek verricht naar de structuur van een optimale preventieve vervangingsstrategie voor een multi-component systeem. Veelal verdient het aanbeveling in een multi-component systeem bij het defect raken van een component niet alleen de defecte component maar ook een of meerdere van de overige componenten gelijktijdig te vervangen. De optimale strategie voor een dergelijk systeem blijkt in het algemeen geen eenvoudige structuur te bezitten. Het onderzoek richt zich op de afleiding van voorwaarden waaronder een welgestructureerde optimale strategie bestaat, alsmede op het ontwerp van algoritmen die in het algemene geval een goede benadering van de optimale strategie leveren. Publicaties hierover zijn in voorbereiding.

### *MB 3 Systeem- en regeltheorie*

*3.1. Lineaire systemen.* In het verslagjaar is veel tijd besteed aan het schrijven van een boek, samen met J.C. Willems, over eindig-dimensionale lineaire systemen. Eind 1987 is een eerste versie grotendeels voltooid.

Het onderzoek naar transformaties van stelsels gekoppelde differentiaalvergelijkingen werd voortgezet, waarbij vooral de nadruk is gelegd op systemen waarin het begrip energie een rol speelt. Het doel van dit onderzoek is het verduidelijken van het verband tussen realisatietheorie (of meer in het

algemeen de theorie van systeemrepresentaties) en modelvorming van fysische systemen. In dit kader is in eerste instantie gekeken naar lineaire systemen met restricties op de uitgangen; een manuscript hierover is nagenoeg gereed.

In het kader van het STW-project 'Large Flexible Space Structures' werd samengewerkt met R.F. Curtain en J. Bontsema (RU Groningen). De resultaten die werden geboekt bij kwantitatief onderzoek naar de verhouding tussen modelonzekerheid en robuuste stabiliseerbaarheid voor enkele concrete modellen zijn gepubliceerd in de proceedings van een IFAC-conferentie [B2]; een bewerkte versie van het betreffende artikel is inmiddels geaccepteerd voor publikatie in *Automatica*. De afdeling Ruimtevaart van Fokker heeft concrete gegevens verstrekt over de 'Strongback Solar Array' (een door Fokker ontworpen uitvouwbare structuur voor plaatsing van zonnepanelen), op basis waarvan een dynamisch model is opgesteld volgens de binnen het STW-project gebruikte specificaties. De volgende stap zal bestaan in het ontwerpen van een robuuste regelaar.

In aansluiting op het bovengenoemde onderzoek is ook gewerkt aan algemene methoden voor de modellering van grote, zeer buigzame structuren op basis van de 'distributed element' methode. Over dit onderwerp werd een lezing verzorgd tijdens een EEG-conferentie, en een manuscript is als voordracht aangeboden aan de INRIA-conferentie *Analysis and Optimization of Systems* die in juni 1988 zal plaatsvinden.

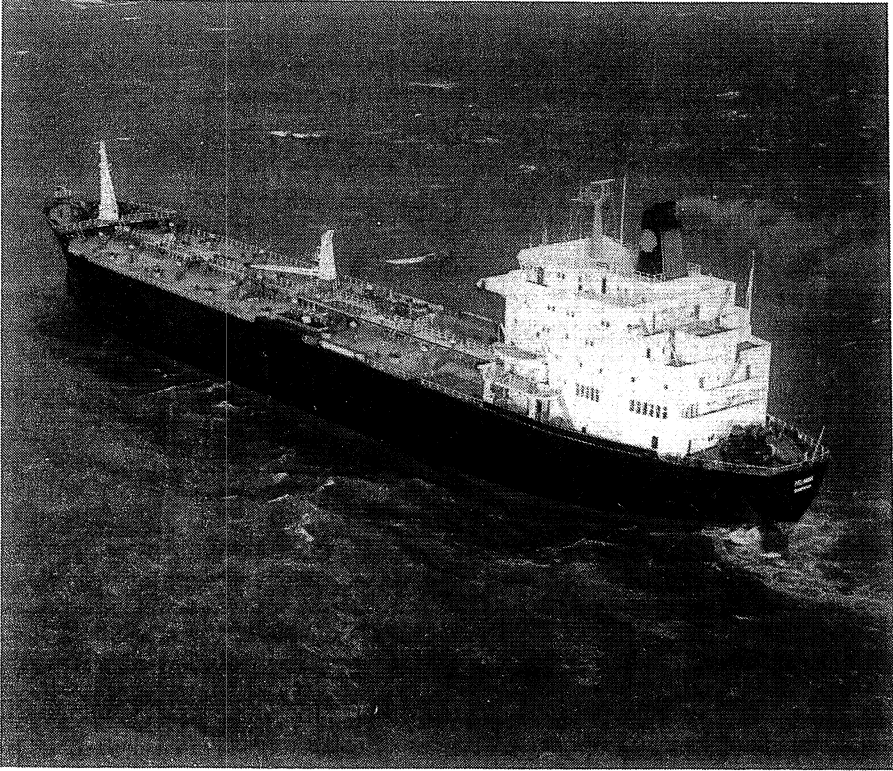
3.2. *Stochastische systeemtheorie*. Samen met R.K. Boel (RU Gent, België) werd verder gewerkt aan een werklasterdelingsprobleem voor een telefooncentrale. Voor de prestatie-analyse van geregelde centrales werd een nieuwe methode ontwikkeld. Voor verscheidene regelwetten konden zodoende de prestatie-maten worden berekend en de resultaten onderling worden vergeleken. Twee publikaties over dit onderzoek werden voorbereid.

Het onderzoek naar het stochastische realisatieprobleem voor factormodellen werd voortgezet.

3.5. *Adaptief regelen*. De publikatie over het adaptieve poolplaatsingsalgoritme werd afgerond. Het algoritme is bedoeld voor systemen beschreven in discrete tijd. Voor een beperkte klasse van continue-tijd systemen werd een analoog algoritme ontworpen en geanalyseerd.

Adaptieve regelalgoritmen waar een kwadratisch kostencriterium aan ten grondslag ligt (het LQ-probleem), kunnen niet op dezelfde principes gebaseerd worden als die voor poolplaatsing. In het bijzonder ontstaat er een probleem doordat er niet voldoende excitatie optreedt. Dit probleem werd verder onderzocht en er werd een algoritme voor adaptieve LQ-regeling ontworpen dat, vergeleken met het poolplaatsingsalgoritme een extra excitatiesignaal bevat om genoemd probleem het hoofd te bieden.

Tot slot werd onderzocht wat de klasse van regelproblemen is waarvoor dit excitatiesignaal niet nodig is. De resultaten van het onderzoek dat de afgelopen vier jaar werd uitgevoerd in het kader van het deelproject 'Adaptief regelen' zijn opgeschreven in het proefschrift van de projectuitvoerder [B22].



*Besturing van een groot schip zoals een olietanker is een ingewikkeld proces. Een der aspecten van het probleem is dat het stuurmechanisme zeer flexibel moet kunnen reageren op veranderende externe omstandigheden zoals het weer. De laatste jaren is hierop de techniek van het adaptief regelen met succes toegepast. (Foto: Sea Sky Martin, Rotterdam; met dank aan Shell Tankers B.V.)*

3.6. *Puntprocessystemen.* Er werd aanvullend onderzoek verricht naar recursieve parameterschatters voor telproceswaarnemingen. Convergentie van eerder bestudeerde algoritmen bleek te kunnen worden bewezen onder zwakkere voorwaarden. Voorts werden voldoende voorwaarden gevonden om LAN te bewijzen voor een familie kansmaten die het gedrag van een klasse telprocessen in probabilistische zin beschrijven. Tenslotte werd onderzoek verricht naar minimale representaties van telprocessystemen met eindige toestandsruimte. De resultaten werden neergelegd in een proefschrift [B24], waarop P.J.C. Spreij op 30 oktober aan de Universiteit Twente promoveerde; promotor was prof.dr.ir. H. Kwakernaak.

### 3.7. Extern gefinancierde projecten

*Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen.* Een algoritme voor het schatten van de verkeersstoestand op een autosnelweg (filter) is uitgebreid getest, gebruikmakend van meetgegevens verkregen door simulatie en van metingen van het signaleringssysteem, geleverd door Rijkswaterstaat. Het oorspronkelijke filter is in enkele opzichten gewijzigd om tot bevredigende schattingsresultaten te komen.

Informatie omtrent de snelheid van de verkeersstroom is essentieel gebleken voor de robuustheid van het filter met betrekking tot modelleringsfouten. De filterresultaten zijn vastgelegd in een rapport dat voorjaar 1988 zal verschijnen.

De bijdrage aan het *10th International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Boston, USA is als CWI-rapport verschenen [OS-R8706]. Het mogelijke effect van het tonen van adviesmethoden op het verkeersgedrag is theoretisch onderzocht en gevalideerd door analyse van meetgegevens van Rijkswaterstaat, verkregen tijdens een experiment met het signaleringssysteem in 1983.

Er is begonnen met het onderzoek naar een eenvoudige, optimale regelstrategie voor de adviesmethoden van het signaleringssysteem.

*De regeling van overbelasting van communicatiesystemen.* Het onderzoek naar de optimale besturing van een M/M/1 wachtrij werd afgerond en beschreven in een rapport [OS-R8713], dat geaccepteerd werd als bijdrage voor de *4. GI/NTG Fachtagung 'Messung, Modellierung und Bewertung von Rechen-systemen'*, die in 1986 gehouden is in Erlangen, BRD [B13].

Er werd onderzoek verricht naar de besturing van aankomsten in een Processor Sharing wachtrij met twee typen klanten. Aangetoond werd dat voor een grote klasse van regelwetten de evenwichtsverdeling een produkt-vorm heeft. Dit resultaat is uitgebreid tot algemene open netwerken met bestuurde aankomsten en zal binnenkort ter publikatie worden aangeboden. Voor het Processor Sharing wachtrijmodel werd voorts een optimaliseringsprobleem geformuleerd, waarvoor het bestaan van een optimale oplossing binnen een klasse van regelwetten aangetoond is.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### Conferenties

*Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research.* Deze bijeenkomst, georganiseerd door H.C. Tijms (VU Amsterdam) en B.J. Lageweg, vond plaats op 14, 15 en 16 januari in het conferentiecentrum 'De Blijde Wereld' te Lunteren, en stond onder auspiciën van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie. Financiële steun werd gegeven door de Vertrouwenscommissie van het Wiskundig Genootschap en de Sectie Operationele Research van de Vereniging voor Statistiek. Er waren 81 deelnemers, van wie er 7 afkomstig waren van het CWI. Het programma luidde als volgt.

### 1. *Uitgenodigde buitenlandse sprekers*

- A. Bendell (Nottingham): Reliability modelling: a historical perspective;  
Multi-state and continuous-state reliability models.
- M. Desrochers (Montreal/Amsterdam): Solving logistic problems using column generation;  
A column generation approach to the transit crew scheduling problem.
- K. Mehlhorn (Saarbrücken): On local routing of two-terminal nets;  
Deterministic simulation of idealized parallel computers on more realistic ones.
- W.R. Pulleyblank (Waterloo/Bonn): Solving travelling salesman problems on a microcomputer;  
International salesmen, weighted girth and three edge cutsets.
- P. Toint (Namur): Parallel unconstrained nonlinear optimization and partitioned quasi-Newton updating algorithms;  
A view of nonlinear optimization in a large number of variables.

### 2. *Minicourse: Parallel computing*

- J. van Leeuwen (Utrecht): Parallel computers and computations.
- J.K. Lenstra (Amsterdam/Tilburg): Parallel computing in combinatorial optimization.
- A.H.G. Rinnooy Kan (Rotterdam): Parallel algorithms for partitioning methods.

*Seventh Benelux Meeting on Systems and Control.* De voorbereidingen voor deze conferentie, die zal plaatsvinden van 2 tot 4 maart 1988, waren grotendeels in handen van J.M. Schumacher, die optreedt als secretaris van het organiserend comité. De voorbereidingen hielden onder meer in de keuze van een nieuw conferentie-oord en het samenstellen van het programma van de conferentie, dat bestaat uit een viertal hoofdvoordrachten, een minicursus en 75 korte voordrachten.

### *Colloquia*

*Wachttijdtheorie.* Dit colloquium wordt georganiseerd door O.J. Boxma, in het kader van de samenwerking tussen de groepen Mathematische Besliskunde van het CWI en van de RU Leiden, RU Utrecht en VU Amsterdam. Er zijn in 1987 drie bijeenkomsten op het CWI geweest, op 23 maart, 24 juni en 2 november. Aantal deelnemers  $\pm 30$ .

Het programma van 23 maart:

J.W. Cohen (RU Utrecht): Een identiteit voor  $N$ -dimensionale random walks.

- R.J. Wijbrands (TU Eindhoven): Aggregatie in wachtrijmodellen van computersystemen met meerdere losgekoppelde processoren.
- G.J.K. Regterschot (Universiteit Twente): Wiener-Hopf factorisatietechnieken in wachtrijmodellen.
- R. Dekker (Koninklijke/Shell Laboratorium Amsterdam): Gelegenhedsgebaseerd preventief onderhoud.
- A. Schornagel (Koninklijke/Shell Laboratorium Amsterdam): Stochastische analyse van de beschikbaarheid van produktienetwerken.

Het programma van 24 juni:

- G. Latouche (Univ. Libre de Bruxelles, België): A semi-Markov process with marginal exponential distribution.
- I. Adan (TU Eindhoven): Monotonie in netwerken van wachtrijen.
- M.H. van Hoorn en A. Koert (Volmac Networks, Woerden): Performance analyse bij Volmac Networks: een case-study en demonstratie van QNAP2.
- G.E. Houtekamer en W.R.C. van Hoboken (TU Delft): Modelleren en simuleren met RESQ: theorie en praktijk.

Het programma van 2 november:

- J.C.W. van Ommeren (VU Amsterdam): Het één-bediende wachttijdmodel met groepsaankomsten.
- A.A.N. Ridder (RU Leiden): An optimal flow control problem in communication networks.
- J. Matsuda (NTT Telecommunication Networks Laboratories Japan, tijdelijk Univ. Stuttgart): Planning of multi-channel switching networks with alternate routing.
- J. Wijngaard en M.B.M. Koster (TU Eindhoven): Discrete versus continuous models in production lines with buffers.

### *Cursussen*

*Bezoek Rotterdamse Econometristenvereniging (26 maart).* In het kader van het bezoek van deze vereniging aan het CWI werden door leden van de afdeling een aantal voordrachten gehouden:

- S.L. van de Velde: Produktieplanning in de kledingindustrie.
- M.W.P. Savelsbergh: Computer aided routing.
- S. Pemberton (AA): The ABC programming environment.
- B.J. Lageweg: Keuzevakken.
- J.M. Anthonisse: Het beheer van containers.

*CWI-bijeenkomst Beslissingsondersteunende Systemen (16 juni).* Op deze bijeenkomst, georganiseerd door J.M. Anthonisse, werd ten behoeve van onderzoeksrelaties een aantal op de afdeling in ontwikkeling zijnde interactieve systemen besproken. Programma:

- B.J. Lageweg: Vakkeus: Toewijzing van studenten aan stageplaatsen.
- M.W.P. Savelsbergh: CAR: Routering van voertuigen.

S.L. van de Velde: KLIPP: Productieplanning in naaizaal kledingindustrie.  
J.M. Anthonisse: Minka: Containerlogistiek.

*Stochastic Control and Filtering (september-december)*. In het kader van de Tweede-Fase Onderzoekersopleiding Systeem- en Regeltheorie werd door prof.dr. A. Bagchi (Universiteit Twente) en J.H. van Schuppen een college verzorgd.

*Mathematical System Theory and Linear Systems (september-december)*. In het kader van de Tweede-Fase Onderzoekersopleiding Systeem- en Regeltheorie werd door prof.dr.ir. J.C. Willems (RU Groningen) en J.M. Schumacher een college verzorgd.

*Open Dag WCW (1 oktober)*. Op de Open Dag WCW werden door J.M. Anthonisse en S.L. van de Velde een aantal demonstraties van KLIPP verzorgd.

### *Werkgroepen*

*Systeemtheorie*. De bijeenkomsten vonden in het voorjaar eens in de veertien dagen plaats op het CWI en werden georganiseerd door J.M. Schumacher. Er werd studie gemaakt van het onderwerp systemen met discrete gebeurtenissen aan de hand van recente literatuur.

Deelnemers waren: J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders, P.J.C. Spreij, M. Stöhr, P.R. de Waal (allen CWI), C. Praagman, S.Q. Zhu (beiden TU Eindhoven), R.E. de Vries, R. Smedinga (beiden RU Groningen). Als gastsprekers zijn opgetreden: F.W. Vaandrager (CWI), A.G. de Kok (Philips CQM) en W.H.M. Zijm (Philips CQM en TU Eindhoven).

In het najaar kwam de werkgroep niet bijeen.

### CONSULTATIES

*Roosters voor studenten tandheelkunde Universiteit van Amsterdam* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg). De bestaande programmatuur werd aangepast aan het nieuwe curriculum en gebruikt voor het vervaardigen van roosters.

*Toewijzing vliegtuigen aan opstelplaatsen* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg). J.M. Anthonisse en B.J. Lageweg werkten verder aan de ontwikkeling van een interactief planningsstelsel voor de toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen. In het verslagjaar werd de gebruikersinterface van het stelsel ontwikkeld en geïmplementeerd en werd een begin gemaakt met de ontwikkeling van algoritmen voor 'automatisch' toewijzen.

*Stochastische analyse van oncogene mutaties* (O.J. Boxma). Met een

promovendus in de Pathologie (RU Utrecht) is regelmatig gesproken over de stochastische analyse van tot tumoren leidende mutaties bij celdeling.

*Containerbeheer* (J.M. Anthonisse). Ten behoeve van een scheepvaartmaatschappij werd onderzoek verricht naar wiskundige modellen voor het optimaliseren van containergebruik. Een optimaliseringsprogramma werd ontwikkeld en door het bedrijf in gebruik genomen.

*Watervoorraden* (J.M. Anthonisse). In samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium werd onderzoek gedaan naar modellen voor het beheer van voorraden water, rekening houdend met de gewenste energieproductie door waterkrachtcentrales, de gewenste drinkwatervoorzieningen en de behoefte aan water voor irrigatie.

*Belastingaangifte* (J.M. Anthonisse, C.C. Heesterman (MS), A.W. Hoogenboom (MS)). Ten behoeve van het Ministerie van Financiën werd onderzoek gedaan naar de verwerking van aangiften voor de vennootschapsbelasting.

*Productieplanning in een textieldrukkerij* (J.M. Anthonisse). Het probleem betreft de verdeling van orders over machines en de volgorde waarin deze orders moeten worden afgewerkt, rekening houdend met leverdata, de beschikbaarheid van grondstoffen en de productiecapaciteit.

*Toewijzingsproblemen in een verkooporganisatie* (J.M. Anthonisse). Uit een voorraad eindprodukten die in verschillende opzichten heterogeen is samengesteld, moeten homogene partijen worden geselecteerd die aansluiten bij de kwaliteitseisen van de afnemers en die tevens winst opleveren.

*Waterloopkundige problemen* (J.H. van Schuppen). Met medewerkers van Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium werd gesproken over praktische problemen bij de toepassing van systeem- en regeltheorie.

*Diversen*. Met verscheidene industrieën en instellingen werd overlegd over het gezamenlijk verrichten van toepassingsgericht onderzoek.

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Werkgroep Niet-lineaire Systemen*, TU Delft, januari-juni: J.W. Polderman.

*Ontmoetingsdag Econometriestudenten*, KU Brabant, 12 februari: J.K. Lenstra (voordracht).

*Colloquium Onderzoekersopleiding Systeem- en Regeltheorie*, Utrecht, 12 oktober: P.R. de Waal (voordracht); 16 november: S.A. Smulders (voordracht).

*Delft Industrial Mathematics Seminar*, Delft, 17 november: P.R. de Waal.

*Werkgroep Ruimtelijke Variabiliteit van Bodem en Water*, LU Wageningen en RU Utrecht, enkele keren gedurende het jaar: J.H. van Schuppen.



## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*ORSA/TIMS Special Interest Conference on Queuing Networks and their Applications*, New Brunswick, USA, 7-9 januari: O.J. Boxma.

*Werkbezoek aan AT&T Bell Laboratories*, Holmdel, USA, en Murray Hill, USA, 12-16 januari: O.J. Boxma.

*Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 14-16 januari: J.M. Anthonisse, J.L. van den Berg, W.P. Groenendijk, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra (voordracht), M.W.P. Savelsbergh, A. Schrijver, S.L. van de Velde.

*Werkbezoek aan UCSB*, Santa Barbara, USA, 20-22 januari: O.J. Boxma.

*1987 Benelux Meeting on Systems and Control*, Houthalen, België, 21-23 januari: J.W. Polderman (voordracht), J.M. Schumacher (voordracht en sectievoorzitter), J.H. van Schuppen (sectievoorzitter), S.A. Smulders, P.J.C. Spreij (voordracht), M. Stöhr, P.R. de Waal.

*Werkbezoek aan UCLA*, Los Angeles, USA, 22-23 januari: O.J. Boxma.

*Task Force Seminar Session on New Advances in Decision Support Systems*, IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 26-28 januari: J.M. Anthonisse (voordracht), J.K. Lenstra.

*Zesde Combinatorische Dag*, TU Delft, 30 januari: A. Schrijver.

*Tagung Algorithms and Combinatorial Geometry*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 2-6 februari: A. Schrijver (voordracht).

*Werkbezoek School of Computing & Quantitative Methods*, National Institute for Higher Education, Dublin, Ierland, 6-9 februari: J.K. Lenstra.

*Mathematisches Institut*, Universität Augsburg, BRD, 9-14 februari: A. Schrijver.

*Werkbezoek INRIA Centre Sophia-Antipolis*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 4-6 maart: J.H. van Schuppen (voordracht), P.J.C. Spreij (voordracht).

*Werkbezoek Philips Telecommunicatie en Data Systemen Nederland B.V.*, Hilversum, 12 maart: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.

*Workshop EEG on New Technologies for the Clothing Industries*, Brussel, België, 17 maart: J.M. Anthonisse (voordracht).

*Werkbezoek aan Ecole des Mines*, Foutainebleau, Frankrijk, 6 april: J.W. Polderman.

*IIASA SDS Advisory Committee*, Wenen, Oostenrijk, 6-7 april: J.M. Anthonisse (voordracht).

*CO-87 a Conference on Combinatorial Optimization*, Southampton, UK, 6-8 april: A. Schrijver (voordracht).

*Workshop European Doctoral Program*, EIASM, Brussel, België, 8-10 april: J.K. Lenstra (voordracht).

*Statistische Dag*, Utrecht, 13 april: B.J. Lageweg, J.K. Lenstra (hoofdvoordracht), M.W.P. Savelsbergh.

*Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15-16 april: J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk.

*Werkbezoek Department of Computer Science*, Eötvös Loránd University, Boedapest, Hongarije, 16-25 april: A. Schrijver.

- Werkbezoek Centre de Recherches sur les Transports*, Montreal, Canada, 26 april-12 mei: M.W.P. Savelsbergh (voordracht).
- TIMS/ORSA Joint National Meeting*, New Orleans, USA, 4-6 mei: J.K. Lenstra (voordracht), M.W.P. Savelsbergh (voordracht).
- Werkbezoek School of Operations Research and Industrial Engineering*, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 10-16 mei: A. Schrijver.
- Werkbezoek Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, USA, 7 mei-1 juni: J.K. Lenstra (voordracht).
- Optimization Days*, Montreal, Canada, 13-16 mei: M.W.P. Savelsbergh (voordracht).
- ARIDAM II*, New Brunswick, USA, 18-30 mei: M.W.P. Savelsbergh.
- Werkbezoek AT&T en Philips Telecommunicatie B.V.*, Hilversum, 21 mei: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.
- ECOZOEKdag*, Amsterdam, 22 mei: J.M. Anthonisse (voordracht).
- EEC Workshop on Control of Uncertain Systems*, Lhee (Drente), 23-28 mei: J.M. Schumacher (voordracht).
- 2nd International MCPR Workshop*, Rome, Italië, 25-29 mei: O.J. Boxma, W.P. Groenendijk.
- Werkbezoek aan bedrijf Nederland-Haarlem B.V.*, Haarlem, 27 mei: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders.
- Task Force Seminar Session on Decision Support Systems*, Moskou, USSR, 1-6 juni: J.M. Anthonisse (voordracht).
- Workshop on Computational Discrete Mathematics*, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 2-5 juni: J.K. Lenstra (voordracht), M.W.P. Savelsbergh.
- Systeemtheoriedag*, Universiteit Twente, 3 juni: J.W. Polderman, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, P.J.C. Spreij.
- NFI-Workshop Beslissingsondersteunende Systemen*, Lisse, 3-4 juni: B.J. Lage-  
weg, S.L. van de Velde (voordracht).
- Symposium om de Wiskunde*, CWI, Amsterdam, 11 juni: J.H. van Schuppen.
- International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems*, Phoenix, Arizona, USA, 15-19 juni: J.W. Polderman (voordracht).
- Werkbezoek Institut für Operations Research*, Universität Bonn, BRD, 22-23 juni en 21-22 juli: A. Schrijver.
- Werkbezoek aan University of Illinois*, Urbana Champaign, Illinois, USA, 22-23 juni: J.W. Polderman (voordracht).
- Colloquium Wachtijdtheorie*, CWI, Amsterdam, 24 juni: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.
- Werkbezoek aan Yale University*, New Haven, Connecticut, USA, 26 juni: J.W. Polderman (voordracht).
- First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 87)*, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders (voordracht).
- 7th Hungarian Colloquium on Combinatorics*, Eger, Hongarije, 6-10 juli: A. Schrijver (voordracht).
- Tenth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Boston, MA, USA, 8-10 juli: S.A. Smulders (voordracht).

*Workshop Modelling & Control of Queueing Networks*, St. Lambert-des-Bois, Frankrijk, 16-18 juli: J.H. van Schuppen (voordracht).

*IFORS XI*, Buenos Aires, Argentinië, 10-14 augustus: J.K. Lenstra (organisatie van sessie over Scheduling; 'tutorial' voordracht).

*Shell Technologie Conferentie 1987*, Den Haag, 27-28 augustus: J.H. van Schuppen.

*Zevende Combinatorische Dag*, TU Eindhoven, 28 augustus: A. Schrijver.

*Game Theory Day 5*, KU Nijmegen, 2 september: J.H. van Schuppen.

*Werkbezoek Rutgers Center for Operations Research*, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 6 september-29 november: A. Schrijver.

*12th Symposium on Operations Research*, Passau, BRD, 9-11 september: J.K. Lenstra (voordracht).

*Workshop on Polyhedral Combinatorics and Computational Geometry*, Minneapolis, USA, 14-18 september: A. Schrijver (voordracht).

*DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 23-25 september: J.M. Anthonisse (voordracht), J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk, F.A. van der Duyn Schouten, J.A. Hoogeveen, B.J. Lageweg (voordracht), J.K. Lenstra (organisatie van sectie over Combinatorische Optimalisering, plenaire voordracht, voordracht), M.W.P. Savelsbergh (voordracht), S.L. van de Velde (voordracht), P.R. de Waal.

4. *GI/NTG Fachtagung 'Messung, Modellierung und Bewertung von Rechen-systemen'*, Universität Erlangen-Nürnberg, BRD, 28 september-1 oktober: P.R. de Waal (voordracht).

*Werkbezoek Graduate School of Business*, Columbia University, New York, USA, 8 oktober: J.K. Lenstra (voordracht).

*28th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, Los Angeles, USA, 12-14 oktober: J.K. Lenstra.

*Task Force Seminar Session on Decision Support Systems*, Albena, Bulgarije, 19-23 oktober: J.M. Anthonisse (voordracht).

*ORSA/TIMS Joint National Meeting*, St. Louis, USA, 26-28 oktober: A. Schrijver.

*Systeemtheoriedag*, TU Eindhoven, 11 november: J.W. Polderman (voordracht), J.M. Schumacher (voordracht), J.H. van Schuppen, P.J.C. Spreij, P.R. de Waal.

*Symposium System and Decision Sciences*, CWI, Amsterdam, 13 november: J.K. Lenstra (voorzitter), M.W.P. Savelsbergh (voordracht), J.H. van Schuppen.

*Werkbezoeken aan Dienst Verkeerskunde van Rijkswaterstaat*, Den Haag, 25 maart, 15 oktober en 18 november: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders.

#### BEZOEKERS

De afdeling ontving in het verslagjaar de volgende bezoekers. Indien zij een voordracht hielden wordt de titel daarvan vermeld.

D.B. Shmoys (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA), 6 januari: Scheduling on unrelated parallel machines.

- L. Praly (Ecole des Mines de Paris, Frankrijk), 14 januari: Some topics of robust adaptive control.
- J. Grabowski (Technische Universiteit van Wroclaw, Polen), 1 januari-31 maart: A block approach for solving sequencing problems with a minmax optimality criterion.
- M.J. Todd (Cornell University, Ithaca, New York, USA), 21 januari: Ellipsoids containing all optimal dual solutions in Karmarkar's linear programming algorithm.
- F. Maffioli (Politecnico di Milano, Italië), 13 februari: Randomized heuristics for NP-hard problems.
- P. Toth (Università degli Studi di Bologna, Italië), 18 februari: Some new bounding and dominance procedures for combinatorial optimization problems.
- H.N. Psaraftis (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA), 27 februari: Time-constrained routing and scheduling on special network topologies.
- C.V. Jones (The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA), 10-16 maart; 13 maart: The three-dimensional Gantt chart.
- W.R. Pulleyblank (University of Waterloo, Canada en Institut für Operations Research, Universität Bonn, BRD), 13 maart: Network reliability, matroid Steiner problems and the Tutte polynomial.
- W. Cook (Institut für Ökonometrie und Operations Research, Universität Bonn, BRD), 12-13 maart: Cutting-plane proofs in combinatorial optimization.
- J. Paixao (University of Lissabon, Portugal), 20 maart: State-space relaxation with applications to the set covering problem.
- A. Lucena (National Laboratory for Scientific Computing, Rio de Janeiro, Brazilië, EU Rotterdam), 20 maart: An exact solution algorithm for the Vehicle Routing Problem based on the elimination of suboptimal routes.
- P. van den Hof (TU Delft), 23 maart: On approximate models in equation error system identification.
- M.L. Balinski (C.N.R.S., Laboratoire d'Econométrie, Ecole Polytechnique, Parijs, Frankrijk; Institute for Decision Science, S.U.N.Y., Stony Brook, New York, USA), 6 april: Generalizing proportionality; or how to simultaneously apportion seats to regions and to parties.
- A. Gombani (LADSEB, Padova, Italië), 7 april: Approximation of stochastic models.
- M. Gevers (Louvain-la-Neuve, België), 23 april: The Riccati equation: monotonicity, convergence and stabilizability properties; 24 april: Structure of multivariable systems.
- R.L. Smith (Department of Industrial and Operations Engineering, University of Michigan, An Arbor, USA), 24 april: Infinite optimization.
- H.R. Gail (IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, USA), 27 april: Analysis of a nonpreemptive priority multiserver queue.
- W.H.M. Zijm & A.G. de Kok (Centre for Quantitative Methods, Philips, Eindhoven), 2 juni: Production systems with finite buffer capacity.

- M. Arato (University of Debrecen, Hongarije), 5 juni: Use of elementary Gaussian processes in statistics.
- J. Walrand (University of California, Berkeley, USA), 9 juni.
- G. Steiner (McMaster University, Hamilton, Canada), 12 juni: Decomposition algorithms for scheduling and counting problems on partial orders.
- G. Latouche (Université Libre de Bruxelles, Brussel, België), 24 juni: A semi-Markov process with marginal exponential distribution.
- S. Morse (Yale University, New Haven, USA), 27 juli: Adaptive stabilization by high gain feedback.
- D. Scott (Concordia University/Université de Montreal, Canada), 14 augustus: An application of probabilistic scaling models to estimating social hierarchy in small groups.
- C.V. Jones (The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA) 1-31 augustus; 24 augustus: Structured modeling.
- E.L. Lawler (University of California, Berkeley, USA), 1-7 september; 4 september: Parallel computations for NP-hard problems.
- A.G. Konheim (UCSB, Santa Barbara, USA), 14 september.
- J. Pinter (TU Delft), 18 september: A class of deterministic methods for solving global optimization problems.
- J. Matsuda (NTT Telecommunication Networks Laboratories, Tokyo, Japan; tijdelijk Institute for Switching and Data Technics, Stuttgart, BRD), 2-4 november; 2 november: Planning of multi-channel switching networks with alternate routing.
- A. Lindquist (Royal Institute of Technology, Stockholm, Zweden), 2 december: A stochastic realization approach to noncausal estimation.
- H. Takagi (Tokyo Research Laboratory, IBM Japan, Tokyo, Japan), 14 en 18 december; 14 december: Survey of queueing analysis of polling models.
- T.J. Ott (Bellcore, Morristown, USA), 15 december.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- J.M. Anthonisse: A Decision Support System for production planning. *Task Force Seminar Session on New Advances in Decision Support Systems*, IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 27 januari.
- J.M. Anthonisse: Comprehensive information management in the clothing industry. *Workshop EEG on New Technologies for the Clothing Industries*, Brussel, België, 17 maart.
- J.M. Anthonisse: Comparative analysis of Decision Support Systems development. IIASA SDS Advisory Committee, Wenen, Oostenrijk, 6-7 april.
- J.M. Anthonisse: Een Decision Support System voor container-replenishment. *ECOZOEKdag*, Amsterdam, 22 mei.
- J.M. Anthonisse: Decision Support Systems and operational production planning. *Task Force Seminar Session on Decision Support Systems*, Moskou, USSR, 1-6 juni.
- J.M. Anthonisse: Aircraft-stand allocation at Schiphol Airport: an optimization procedure. *DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 24 september.

- J.M. Anthonisse: A Decision Support System for container management. An international exercise in Decision Support Systems development. *Task Force Seminar Session on Decision Support Systems*, Albena, Bulgarije, 20 en 21 oktober.
- O.J. Boxma: Multi-queue systems with cyclic service strategies. *ORSA/TIMS Special Interest Conference on Queueing Networks and their Applications*, New Brunswick (New Jersey), USA, 9 januari.
- O.J. Boxma: Single-server, multi-queue systems with cyclic service. AT&T Bell Laboratories, Holmdel (New Jersey), USA, 13 januari.
- O.J. Boxma: Sojourn time distributions in cyclic queues. AT&T Bell Laboratories, Holmdel (New Jersey), USA, 15 januari.
- O.J. Boxma: Cyclic queues. 3 lezingen in het kader van een 'Distinguished Lecture Series', UCSB, Santa Barbara, USA, 20, 21 en 22 januari.
- O.J. Boxma: Single-server, multi-queue systems with cyclic service. UCLA, Los Angeles, USA, 22 januari.
- O.J. Boxma: Sojourn times in cyclic queues - the influence of the slowest server. *2nd International MCPR Workshop*, Rome, Italië, 25 mei.
- O.J. Boxma: Sojourn times in networks of queues. CWI, Amsterdam, 22 september.
- O.J. Boxma: Sojourn times in feedback queues. *DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 23 en 24 september.
- O.J. Boxma: Multi-queue systems with cyclic service strategies. *Technical Meeting IFIP W.G. 7.3*, Brussel, België, 10 december.
- B.J. Lageweg: Aircraft-stand allocation at Schiphol Airport: a decision support system. *DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 24 september.
- J.K. Lenstra: Parallel computing in combinatorial optimization. *Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 14 januari.
- J.K. Lenstra: Interfaces between operations research and computer science. National Institute for Higher Education, Dublin, Ierland, 6 februari.
- J.K. Lenstra: Het handelsreizigersprobleem: complexiteit en algoritmen. *Ontmoetingsdag Econometriestudenten*, KU Brabant, 12 februari.
- J.K. Lenstra: Recent developments in combinatorial optimization. *Workshop European Doctoral Program*, EIASM, Brussel, België, 8 april.
- J.K. Lenstra: Het handelsreizigersprobleem: complexiteit en algoritmen. *Statistische Dag*, Utrecht, 13 april.
- J.K. Lenstra: The parallel complexity of TSP heuristics. *TIMS/ORSA Joint National Meeting*, New Orleans, USA, 5 mei.
- J.K. Lenstra: Scheduling unrelated parallel machines. Laboratory for Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA, 21 mei.
- J.K. Lenstra: Scheduling unrelated parallel machines. *Workshop on Computational Discrete Mathematics*, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 2 juni.
- J.K. Lenstra: Sequencing and scheduling: new algorithms and new architectures. *IFORS XI*, Buenos Aires, Argentinië, 13 augustus.
- J.K. Lenstra: Algorithmics and heuristics in combinatorial optimization;

- Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines. *DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 23 en 24 september.
- J.K. Lenstra: Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines. *12th Symposium on Operations Research*, Passau, BRD, 9 september.
- J.K. Lenstra: Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines. Graduate School of Business, Columbia University, New York, USA, 8 oktober.
- J.K. Lenstra: Parallele combinatorische optimalisering. *Cursus Vector- en Parallel Rekenen*, CWI, Amsterdam, 27 november.
- J.W. Polderman: On the relation between two realizations of one input/output sequence and its consequence for the closed-loop identification problem in adaptive pole assignment. *1987 Benelux Meeting on Systems and Control*, Houthalen, België, 22 januari.
- J.W. Polderman: Adaptive pole assignment. Werkbezoek aan Ecole des Mines, Fontainebleau, Frankrijk, 6 april.
- J.W. Polderman: Adaptive exponential stabilization of a first order continuous time system. *International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems*, Phoenix, Arizona, USA, 17 juni.
- J.W. Polderman: Adaptive pole assignment. Werkbezoek aan University of Illinois, Urbana Champaign, Illinois, USA, 23 juni.
- J.W. Polderman: Adaptive exponential stabilization of a first order continuous time system. Werkbezoek aan Yale University, New Haven, Connecticut, USA, 26 juni.
- J.W. Polderman: Avoiding the non-admissible region of the parameter space in indirect adaptive control algorithms. *Systeemtheoriedag*, Eindhoven, 11 november.
- M.W.P. Savelsbergh: An expert system for vehicle routing and scheduling problems. *TIMS/ORSA Joint National Meeting*, New Orleans, USA, 5 mei.
- M.W.P. Savelsbergh: Interactive planning systems. Centre de Recherches sur les Transports, Montreal, Canada, 7 mei.
- M.W.P. Savelsbergh: Local search for constrained routing problems. *Optimization Days*, Montreal, Canada, 14 mei.
- M.W.P. Savelsbergh: Computer Aided Routing. *Workshop on Computational Discrete Mathematics*, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 3 juni.
- M.W.P. Savelsbergh: Local search for constrained routing problems. *Workshop on Computational Discrete Mathematics*, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 3 juni.
- M.W.P. Savelsbergh: Computer Aided Routing. *Symposium System and Decision Sciences*, CWI, Amsterdam, 13 november.
- M.W.P. Savelsbergh: Computer Aided Routing. *Mathematical Programming Seminar*, Core, Louvain-la-Neuve, België, 8 december.
- A. Schrijver: Edge-disjoint paths in planar graphs. *Tagung Algorithms and Combinatorial Geometry*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 3 februari.
- A. Schrijver: Polyhedra and polynomial-time algorithms. *CO-87 a Conference*

- on Combinatorial Optimization*, Southampton, UK, 7 april.
- A. Schrijver: Total dual integrality of matching polyhedra. Department of Computer Science, Eötvös Loránd University, Boedapest, Hongarije, 17 april.
- A. Schrijver: Edge-disjoint paths in planar graphs. Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Boedapest, Hongarije, 23 april.
- A. Schrijver: Polyhedral algorithms. School of Operations Research and Industrial Engineering, Cornell University, Ithaca, New York, USA, 11, 13, 15 mei.
- A. Schrijver: Multicommodity and homotopic flows. Institut für Operations Research, Universität Bonn, BRD, 23 juni.
- A. Schrijver: Disjoint paths in graphs. *7th Hungarian Colloquium on Combinatorics*, Eger, Hongarije, 6 juli.
- A. Schrijver: Applications of the ellipsoid method and basis reduction in combinatorial optimization. *Workshop on Polyhedral Combinatorics and Computational Geometry*, Minneapolis, USA, 15 september.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. Department of Mathematics, The State University of New York, Binghamton, New York, USA, 1 oktober.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. Department of Mathematical Science, Rice University, Houston, USA, 5 oktober.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. Department of Combinatorics and Optimization, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 7, 8, 9 oktober.
- A. Schrijver: Lattices. Department of Computer Science, Princeton University, Princeton, New Jersey, USA, 22 oktober.
- A. Schrijver: Applying the ellipsoid method in combinatorial optimization. Department of Computer Science, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 3 november.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. AT&T Bell Laboratories, Holmdel, New Jersey, USA, 4 november.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, 4 november.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. School of Management, Yale University, New Haven, Connecticut, USA, 12 november.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. Department of Mathematics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, 13 november.
- A. Schrijver: The Frank-Tardos method for strongly polynomial algorithms. Department of Computer Science, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 17 november.
- A. Schrijver: Homotopic paths and flows. *Combinatorial Optimization Day*, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, USA, 21 november.
- A. Schrijver: Homotopic circulations - graphs and curves on surfaces.



- Mathematisches Institut, Freie Universität Berlin, BRD, 11 december.
- J.M. Schumacher: Energy considerations in external variable systems. *1987 Benelux Meeting on Systems and Control*, Houthalen, België, 23 januari.
- J.M. Schumacher: Flexible structures: the modeling issue. *EEC Workshop on Control of Uncertain Systems*, Lhee (Drente), 27 mei.
- J.M. Schumacher: A mathematical framework for system connections. Werkbezoek aan Faculteit Elektrotechniek, Universiteit Twente, 11 september.
- J.M. Schumacher: State representations of linear systems with output constraints. *Systeemtheoriedag*, Eindhoven, 11 november.
- J.H. van Schuppen: Analysis and control of a model for freeway traffic flow. INRIA Centre Sophia-Antipolis, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 5 maart.
- J.H. van Schuppen: Systeem- en regeltheorie: fundamentele problemen voor modelleren en regelen. Universiteit Twente, 20 maart.
- J.H. van Schuppen: Load balancing under information constraints. *Workshop Modelling & Control of Queueing Networks*, St. Lambert-des-Bois, Frankrijk, 17 juli.
- S.A. Smulders: Modelling and filtering of freeway traffic flow. *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 87)*, Parijs, Frankrijk, 1 juli.
- S.A. Smulders: Modelling and filtering of freeway traffic flow. *Tenth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Boston, USA, 8 juli.
- S.A. Smulders: Modelling and filtering of freeway traffic flow. CWI, Amsterdam, 23 september.
- S.A. Smulders: Modelling filtering and control of freeway traffic flow. *Colloquium Onderzoekersopleiding Systeem- en Regeltheorie*, Utrecht, 16 november.
- P.J.C. Spreij: Selfexciting counting process systems with finite state space. *1987 Benelux Meeting on Systems and Control*, Houthalen, België, 23 januari.
- P.J.C. Spreij: Selfexciting counting process systems with finite state space. INRIA Centre Sophia-Antipolis, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 6 maart.
- S.L. van de Velde: Een decision support systeem voor productieplanning in de kledingindustrie. *NFI-Workshop Beslissingsondersteunende Systemen*, Lisse, 3 juni.
- S.L. van de Velde: Minimizing makespan on unrelated parallel machines. *DGOR/NSOR Tagung 1987*, Veldhoven, 23 september.
- P.R. de Waal: Performance analysis and optimal control of an M/M/1/k queueing system with impatient customers. *4. GI/NTG Fachtagung 'Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen'*, Universität Erlangen-Nürnberg, BRD, 28 september.
- P.R. de Waal: Optimal control of a processor sharing queueing system. *Colloquium Onderzoekopleiding Systeem- en Regeltheorie*, Utrecht, 12 oktober.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- OS-R8701 A. SCHRIJVER. *Polyhedral combinatorics.*
- OS-R8702 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA. *Throughput analysis of a flow-controlled communication network with buffer space limitations.*
- OS-R8703 M. DESROCHERS. *A note on the partitioning shortest path algorithm.*
- OS-R8704 J.W. POLDERMAN. *A state space approach to the problem of adaptive pole assignment.*
- OS-R8705 J.W. POLDERMAN. *Adaptive exponential stabilization of a first order continuous-time system.*
- OS-R8706 S.A. SMULDERS. *Modelling and filtering of freeway traffic flow.*
- OS-R8707 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK. *Waiting times in discrete-time cyclic-service systems.*
- OS-R8708 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK. *Sojourn times in the M/G/1 queue with deterministic feedback.*
- OS-R8709 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA, A.H.G. RINNOOY KAN. *Perspectives on parallel computing.* Ook verschenen als Report 8719/A, Econometric Institute, EU Rotterdam.
- OS-R8710 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA. *Sojourn times in feedback queues.*
- OS-R8711 M.W.P. SAVELSBERGH. *Local search for constrained routing problems.*
- OS-R8712 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK. *Two queues with alternating service and switching times.*
- OS-R8713 P.R. DE WAAL. *Performance analysis and optimal control of an M/M/1/k queueing system with impatient customers.*
- OS-R8714 M. DESROCHERS, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH. *Vehicle routing with time windows: optimization and approximation.* Ook verschenen als Report 8743/B, Econometric Institute, EU Rotterdam.
- OS-R8715 M. DESROCHERS, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH, F. SOUMIS. *Vehicle routing with time windows: optimization and approximation.* Ook verschenen als Report 8744/B, Econometric Institute, EU Rotterdam.
- OS-R8716 J.M. ANTHONISSE, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH. *Functional description of CAR, an interactive system for computer aided routing.* Ook verschenen als Note NFI 11.87/05, Department of Mathematics and Computing Science, TU Eindhoven.
- OS-R8717 O.J. BOXMA, G.A.P. KINDERVATER. *A queueing network model for analyzing a class of branch and bound algorithms on a master-slave configuration.*
- OS-R8718 A. SCHRIJVER. *Edge-disjoint homotopic paths in straight-line planar graphs.*
- OS-R9819 A. SCHRIJVER. *Decomposition of graphs on surfaces and a homotopic circulation theorem.*
- OS-R8720 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA. *Parallel computing in combinatorial optimization.* Ook verschenen als Technical Report 727, School of

- Operations Research and Industrial Engineering, Cornell University, Ithaca, New York, en als Report 8754/A, Econometric Institute, EU Rotterdam.
- OS-R8721 M. DESROCHERS, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH. *A classification scheme for vehicle routing and scheduling problems.*
- OS-N8701 J.M. ANTHONISSE, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH. *Functionele beschrijving van CAR, een interactief systeem voor 'computer aided routing'.*
- OS-N8702 J.M. ANTHONISSE, K.M. VAN HEE, J.K. LENSTRA. *Resource-constrained project scheduling: an international exercise in DSS development.* Ook verschenen als Note NFI 11.87/06, Department of Mathematics and Computing Science, TU Eindhoven.

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- B1 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA (1987). Throughput analysis of a flow-controlled communication network with buffer space limitations. (= OS-R8702). A.R. ODOI, L. BIANCO, G. SZEGO (eds.) (1987). *Flow Control of Congested Networks*, Springer-verlag, Berlin, 173-188.
- B2 J. BONTSEMA, R.F. CURTAIN, J.M. SCHUMACHER (1987). Comparison of some partial differential equation models of flexible structures. *Proc. 4th IFAC Symposium on Control of Distributed Parameter Systems*, IFAC Proc. Series, No. 3, Pergamon Press, 287-292.
- B3 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK (1987). Pseudo-conservation laws in cyclic-service systems. *J. Appl. Probab.* 24, 949-964.
- B4 O.J. BOXMA, B.W. MEISTER (1987). Waiting-time approximations in multi-queue systems with cyclic service. *Performance Evaluation* 7, 59-70.
- B5 O.J. BOXMA, B.W. MEISTER (1987). Waiting-time approximations for cyclic-service systems with switch-over times. *Performance Evaluation* 7, 299-308.
- B6 O.J. BOXMA (1987). Sojourn times in cyclic queues - the influence of the slowest server. G. IAZEOLLA, P.-J. COURTOIS, O.J. BOXMA (eds.). *Computer Performance and Reliability*, North-Holland, Amsterdam, 13-24.
- B7 M. DROR, H.I. STERN, J.K. LENSTRA (1987). Parallel machine scheduling: processing rates dependent on number of jobs in operation. *Management Sci.* 33, 1001-1009.
- B8 W.P. GROENENDIJK, H.M. NIELAND (1987). Wachten. De wiskunde van ergernis. *Natuur en Techniek* 55, 916-927.
- B9 J.K. LENSTRA, D.B. SHMOYS, É. TARDOS (1987). Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines. *Proc. 28th Annual IEEE Symp. Foundations of Computer Science*, 217-224.
- B10 A. SCHRIVVER (1987). Polyhedra and algorithms. *Nieuw Archief voor Wiskunde* 5, 1-17.
- B11 A. SCHRIVVER (1987). Polyhedral combinatorics - some recent developments and results. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, American Mathematical Society, 581-593.
- B12 S.A. SMULDERS (1987). Modelling and filtering of freeway traffic flow.

- N.H. GARTNER, H.H.M. WILSON (eds.). *Transportation and Traffic Theory, Proceedings of the Tenth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Elsevier Science Publishing Co., New York, 139-158.
- B13 P.R. DE WAAL (1987). Performance analysis and optimal control of an M/M/1/k queueing system with impatient customers. U. HERZOG, M. PATEROK (eds.). *Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen*, Springer-Verlag, Berlin, 28-40.

*Overige publikaties*

- B14 J.M. ANTHONISSE (1987). *Efficiënt Plannen met Behulp van Lineaire Programmering*. Groot Vademecum voor Besparing en Bezuiniging, Van der Wolk, Laren en De Toorts, Haarlem.
- B15 J.W. COHEN, O.J. BOXMA (1987). *Boundary Value Problems in Queueing System Analysis* (in Russian), Mir Publisher, Moscow, USSR.
- B16 W. COOK, R. KANNAN, A. SCHRIJVER (1987). *Chvatal Closures for Mixed Integer Programming Problems*. Rapport 86444-OR, Institut für Operations Research, Universität Bonn, BRD.
- B17 C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER (1987). *On the Size of Systems of Sets every  $t$  of which have an SDR, with an Application to the Worst-Case Ratio of Heuristics for Packing Problems*. Report RRR 41-87, Rutgers Center for Operations Research, Rutgers University, USA.
- B18 C.A.J. HURKENS, L. LOVASZ, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1987). *How to Tidy up your Set-System?*. Preprint.
- B19 G. IAZEOLLA, P.-J. COURTOIS, O.J. BOXMA (eds.) (1987). *Computer Performance and Reliability*, North-Holland, Amsterdam.
- B20 E.L. LAWLER, J.K. LENSTRA, C.U. MARTEL, B. SIMONS, L.J. STOCKMEYER (1987). *Pipeline Scheduling: a Survey*. Computer Science Research Report RJ 5738 (57717), IBM Research Division, Yorktown Heights, USA.
- B21 J.K. LENSTRA (1987). *Interfaces between Operations Research and Computer Science*. Note NFI 11.87/01, Department of Mathematics and Computing Science, TU Eindhoven.
- B22 J.W. POLDERMAN (1987). *Adaptive Control and Identification: Conflict or Conflux?* Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.
- B23 A. SCHRIJVER (1987). *Disjoint Circuits of Prescribed Homotopies in a Graph on a Surface*. Report RRR 40-87, Rutgers Center for Operations Research, Rutgers University, USA.
- B24 P.J.C. SPREIJ (1987). *Counting Process Systems, Identification and Stochastic Realization*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.
- B25 C.B. TILANUS, O.B. DE GANS, J.K. LENSTRA (red.) (1987). *Management Missers en Successen*. Intermediair, Het Spectrum, Utrecht.

# Verlag van de Afdeling

## Numerieke Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen
- NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen
- NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer
- NW 4 Numerieke programmatuur

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

ZW 2 Analyse

### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

#### *NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen*

##### *1.1. Stabiliteit en convergentie*

*1.1.1. Stabiliteit en convergentie van ADI-methoden voor begin-randwaardeproblemen.* In dit onderzoek is een analyse gegeven van de Peaceman-Rachford ADI-methode toegepast op begin-randwaardeproblemen voor partiële differentiaalvergelijkingen in twee ruimte variabelen. Voor een ruime klasse van problemen zijn onvoorwaardelijke stabiliteits- en convergentie resultaten afgeleid. Bijzondere aandacht is geschonken aan de orde-reductie effecten die kunnen optreden bij tijdsafhankelijke randvoorwaarden en inhomogene termen [NM-R8724].

*1.1.2. Convergentie van Runge-Kutta-methoden voor klassen van stijve vergelijkingen.* Voor stijve beginwaardeproblemen is de orde van convergentie van impliciete Runge-Kutta-methoden i.h.a. beduidend lager dan op grond van de klassieke theorie, voor niet-stijve problemen, verwacht mag worden. In voorgaande onderzoeken is dit verschijnsel geanalyseerd voor klassen van semi-lineaire vergelijkingen (NM-R8517), en niet-lineaire, dissipatieve vergelijkingen (NM-R8607). Beide klassen bevatten willekeurig stijve problemen. In het huidige onderzoek zijn deze resultaten uitgebreid, i.h.b. voor semi-lineaire vergelijkingen, en is de praktische relevantie van de verschillende theoretische resultaten kort besproken [NM-R8717].

## *1.2. Navier-Stokes-vergelijkingen*

*1.2.1. Stabiliteitsresultaten voor de hopscotch-differentiemethoden toegepast op lineaire convectie-diffusievergelijkingen.* Ten behoeve van een lezing voor het vierde internationale seminar *Numerical Treatment of Differential Equations*, gehouden aan de Martin-Luther-Universiteit te Halle, DDR, zijn een aantal bekende stabiliteitseigenschappen van de odd-even hopscotch-differentiemethode onderling vergeleken. Er is hierbij gebruik gemaakt van de vroegere publikaties NM-R8603 en NM-R8513 [NM-R8711].

*1.2.2. Het 'odd-even hopscotch pressure correction' schema voor de berekening van vrije convectie in een vierkante holte.* Het 'odd-even hopscotch' schema is een integratietechniek voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. Dit schema wordt gecombineerd met de 'pressure-correction-methode' voor het ontkoppelen van de drukberekening. Het zo verkregen schema wordt het 'odd-even hopscotch pressure correction' (OEH-PC) schema genoemd, en wordt gebruikt voor de berekening van vrije convectie in een vierkante holte, hetgeen wordt beschreven door de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen in Boussinesq-benadering. Voor de plaatsdiscretisatie maakt men gebruik van centrale differenties op een 'staggered' rooster. De berekening van de druk vereist het oplossen van een Poisson-vergelijking waarvoor een multigrid-methode wordt gebruikt. Het OEH-PC-schema is een efficiënt schema m.b.t. rekentijd en geheugengebruik en wordt toegepast op een bekend testprobleem waarvoor een nauwkeurige oplossing bestaat [NM-R8701].

*1.2.3. Residu 'smoothing' voor het versnellen van ADI-iteratie voor elliptische differentiaalvergelijkingen.* Residu 'smoothing' is een eenvoudige techniek voor het versnellen van de convergentie van iteratieve methoden voor elliptische differentiaalvergelijkingen. In dit rapport wordt residu 'smoothing' gecombineerd met de ADI-iteratiemethode. Wanneer dit op de juiste manier geschiedt, kan residu 'smoothing' resulteren in een aanzienlijke reductie van het aantal iteraties en de benodigde rekentijd. De parameterwaarden van het gebruikte schema worden zo gekozen, dat de hoog- en laag-frequente componenten in de iteratiefout zo goed mogelijk worden gedempt. De overige componenten worden dan automatisch goed gedempt vanwege de residu 'smoothing' [NM-R8721].

### 1.3. Differentiaal-algebraïsche vergelijkingen

*1.3.1. Analyse van numerieke methoden voor differentiaal-algebraïsche vergelijkingen.* Voor een klasse van differentiaalvergelijkingen met algebraïsche nevenvoorwaarden (met z.g. index 2) is stabiliteit van enkele eenvoudige numerieke schema's onderzocht. Hierbij is geen bovengrens opgelegd aan de functie die de differentiaalvergelijkingen beschrijft; deze vergelijking mag dus stijf zijn, zoals b.v. de plaats gediscretiseerde Navier-Stokes-vergelijkingen. De beschouwde numerieke methoden zijn de  $\theta$ -methoden (Runge-Kutta-methoden met 1 niveau), en hiervan afgeleide methoden waarbij de numerieke benaderingen geprojecteerd worden op het vlak voorgeschreven door de algebraïsche nevenvoorwaarden (verwant met 'pressure-correction' voor Navier-Stokes vergelijkingen) [NM-R8708].

### 1.4. Adaptieve roostertechnieken

*1.4.1. Het STW-project 'Adaptieve Roostertechnieken'.* Op 1 september van dit verslagjaar is het STW-project 'Adaptieve Roostertechnieken' van start gegaan. Dit project is aangevraagd in nauwe samenwerking met de Wiskundegroep van het Koninklijke Shell Laboratorium te Amsterdam (KSLA). Bij de uitvoering zal worden samengewerkt met dr. R.M. Furzeland van het KSLA. De STW-projectmedewerker is dr. P.A. Zegeling. De heer Zegeling is aangesteld als onderzoeker in opleiding (OIO). Projectleider is dr. J.G. Verwer. Het onderzoek betreft tijdsafhankelijke, partiële differentiaalvergelijkingen en richt zich op het efficiënt numeriek berekenen van oplossingen met grote tot zeer grote gradiënten in plaats en tijd, zoals we vinden bij steile, lopende golffronten. In de beginfase zal het accent liggen op de moving-finite-element-methode voor toepassing op 1D-stelsels. Een eerste versie van een computer-implementatie van deze methode is reeds ontwikkeld. Op het terrein van adaptieve roostertechnieken vindt tevens samenwerking plaats met prof.dr. J.M. Sanz-Serna van de Universiteit van Valladolid, Spanje. Het in het kader van deze samenwerking uitgevoerde onderzoek dient tevens ter ondersteuning van het STW-project (zie 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4).

*1.4.2. Een Lagrange-methode voor 1D tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen.* Dit onderzoek is een vervolg op het in NM-R8620 gerapporteerde werk. Onderzocht is een methode van het Crank-Nicolson-type. De methode past tijdens het integratieproces op automatische wijze de lokatie van de roosterpunten aan aan de steilheid van de oplossing in de plaatsrichting, en integreert aldus op een bewegend rooster. De methode ligt ten grondslag aan een coördinatentransformatie gebaseerd op equidistributie van de tweede plaatsafgeleide. Het onderzoek zal worden gerapporteerd op het komende *IMACS World Congress on Scientific Computation* te Parijs, 18-22 juli 1988 (solicited paper) [NM-R8713].

*1.4.3. Een adaptieve moving grid methode voor stelsels van 1D tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen.* Dit onderzoek is een vervolg op het in NM-R8713 gerapporteerde werk en zal in 1988 worden voortgezet. De Crank-Nicolson-methode zal worden toegerust met faciliteiten voor het dynamisch variëren van de tijdstap en het aantal punten in het bewegende rooster. Hiervoor zullen geschikte foutmonitoren worden ontwikkeld. Tevens zal de methode geschikt worden gemaakt voor het componentsgewijs toekennen van bewegende roosters. Het geheel zal moeten resulteren in een efficiënt gebruikersprogramma voor 1D stelsels met grote tijd-ruimte variatie.

*1.4.4. Evaluatie van de Petzold-methode.* De evaluatie vindt plaats in het kader van de stage-opdracht van H. Meckering (Universiteit van Amsterdam). Deze methode is onlangs gepubliceerd door L.R. Petzold (Lawrence Livermore) en net zoals de onder 1.4.3. besproken methode, bedoeld voor het efficiënt integreren van 1D-stelsels met grote tijd-ruimte variatie. De Petzold-methode berekent de roosters en de oplossing simultaan via het integreren van een bijzonder stelsel van differentiaal-algebraïsche vergelijkingen en is ook toegerust met foutmonitoren. De gevolgde aanpak lijkt doeltreffend. Rapportage in de vorm van een stageverslag vindt plaats voorjaar 1988.

## *1.6. Ondiep-watervergelijkingen*

*1.6.1. Het STW-project Ondiep-waterberekeningen.* In het verslagjaar werd dit project afgesloten met een uitvoerige documentatie (in de vorm van het proefschrift van F.W. Wubs) van het in het kader van dit project verrichte onderzoek. Hierbij werd intensief samengewerkt met dr.ir. G.K. Verboom (Waterloopkundig Laboratorium, Delft). In opdracht van Hydronamics B.V. werd het ondiep-waterprogramma toegepast op een concreet praktijkprobleem. Hierbij werd de flexibiliteit van het in dit project ontwikkelde programma duidelijk aangetoond. Voorts werden testberekeningen uitgevoerd aan de hand van een model voor de golf Taranto in samenwerking met G. Pontrelli van de Universiteit van Bari.

*1.6.2. Methoden met geringe dispersie.* Als achtergrondonderzoek voor hyperbolische differentiaalvergelijkingen (met name de ondiep-watervergelijkingen) zijn diagonaal impliciete Runge-Kutta-Nyström (DIRKN) methoden geanalyseerd voor de tijdsintegratie van de 2e-orde differentiaalvergelijkingen met een oscillerende oplossing [NM-R8704]. Het accent bij dit onderzoek lag op het verkleinen van de dispersie (fasefout) in de numerieke oplossing. Methoden zijn geconstrueerd met een relatief lage orde van consistentie (algebraïsche orde) maar met een hoge orde van dispersie.

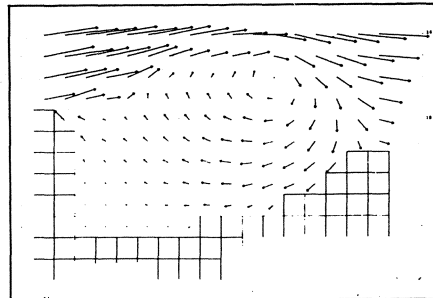
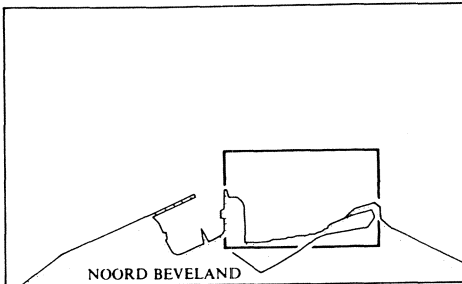
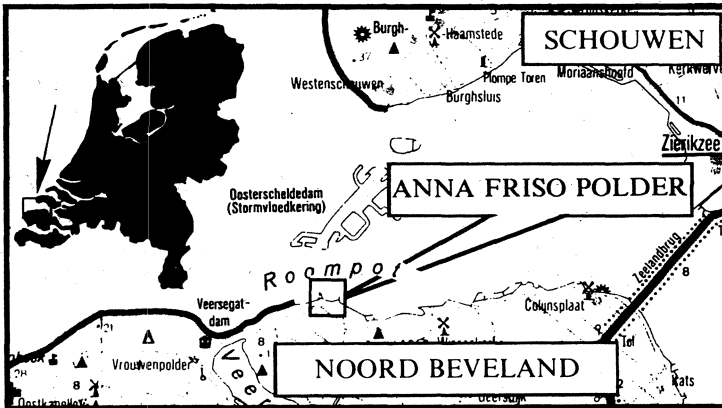
Numerieke experimenten tonen aan dat, ook voor niet-lineaire problemen, de fasefouten in de numerieke oplossing hiermee aanzienlijk verkleind kunnen worden.

Als referentie voor bovenstaande methoden is een klassiek DIRKN-schema geconstrueerd [NM-R8706]. Bij een klassiek schema wordt geen onderscheid



gemaakt tussen orde van dispersie en algebraïsche orde; deze zijn gelijk. Gestreefd is naar een maximale orde bij een gegeven aantal niveaus (stages) in de formule. Het blijkt mogelijk orde 4 te bereiken met slechts 2 stages. Het grootste periodiciteitsinterval voor methoden die hieraan voldoen, heeft lengte 12.

Deze rapporten vormen de laatste in een reeks van het in 1984 gestarte onderzoek naar methoden met geringe dispersie; hiermee is dit project afgesloten.



*De flexibiliteit en betrouwbaarheid van het op het CWI ontwikkelde numerieke ondiep-water model werd aangetoond in een aantal berekeningen aan praktijksituaties. Een ervan betrof de stationaire stroming in de Anna-Friso Polder, een kleine inham in het Oosterschelde estuarium. Het gebied (ongeveer  $2.5 \times 1.5$  km) werd overdekt met een rooster (hier vereenvoudigd weergegeven), en de resulterende vergelijkingen zijn opgelost op de één-pijps CYBER 205 van SARA met een snelheid van ca. 100 Megaflops.*

### 1.7. Smoothing technieken

Het onderzoek naar smoothing technieken werd voortgezet. Bestudeerd is het effect van deze technieken wanneer zij worden toegepast op gediscretiseerde partiële differentiaalvergelijkingen. Het onderzoek heeft zich geconcentreerd op het smoothen van residuen. Hierbij kunnen we ruwweg twee toepassingen onderscheiden: (i) het smoothen van gediscretiseerde elliptische vergelijkingen; hierbij is het doel de convergentie van de iteratieve oplosteknik te versnellen, en (ii) het smoothen van residuen, voorkomend in integratiemethoden voor gediscretiseerde parabolische en hyperbolische vergelijkingen; het effect van residu smoothing in deze toepassing is, dat de stabiliteitsgrenzen van de (expliciete) integratiemethoden aanzienlijk vergroot kunnen worden.

1.7.1. *Smoothing technieken voor elliptische vergelijkingen.* In gediscretiseerde randwaardeproblemen voor elliptische differentiaalvergelijkingen kunnen smoothers gezien worden als preconditioneringstechnieken. Smoothing matrices zijn geconstrueerd met als effect dat de spectrale radius van de Jacobiaan van het discrete stelsel drastisch verkleind wordt, waardoor het convergentiegedrag aanzienlijk verbetert.

Een met deze techniek versneld Jacobi-proces is geanalyseerd en geïllustreerd aan de hand van enkele 1- en 2-dimensionale voorbeelden [NM-R8705]. Zowel voor lineaire als ook voor niet-lineaire problemen werd een opmerkelijke versnelling gevonden, waarbij we nog kunnen opmerken dat de complexiteit van de algoritme nauwelijks toeneemt bij de overgang van een lineair naar een niet-lineair probleem.

Bovendien blijkt het mogelijk deze smoothers zeer efficiënt op een computer te implementeren, zodat de overhead relatief gering is. Dank zij hun eenvoud lenen deze smoothers zich tevens uitstekend voor verwerking op vectorcomputers of parallelle machines.

Voorts is een onderzoek gedaan naar het versnellend effect van smoothing technieken in vergelijking met dat van traditionele versnellingsmethoden zoals de Chebyshev-techniek. Het blijkt dat residu smoothing veel efficiënter is, zelfs als het Chebyshev-proces uitgerust wordt met strategieën om de benodigde informatie betreffende het spectrum van de Jacobiaan te verkrijgen. Als basis-iteratieve methoden zijn beschouwd het Jacobi-proces en de SSOR-methode. Hoewel op theoretische gronden de laatste methode de voorkeur verdient, blijkt het gesmoothde Jacobi-proces, vooral vanwege zijn eenvoud, een snellere iteratieve methode te zijn bij verwerking op een computer dan de gesmoothde SSOR-methode.

Tenslotte is, voor een modelprobleem, aangetoond dat de convergentiesnelheid van de gesmoothde Jacobi-methode vergelijkbaar is met die van ADI-methoden (zie ook NW 1.2). Rapportage vond plaats in [NM-R8723].

1.7.2. *Smoothing technieken voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen.* Geanalyseerd is het effect van smoothing technieken toegepast op residuen in Predictor-Corrector (PC) methoden voor de tijdsintegratie van parabolische differentiaalvergelijkingen [NM-R8707]. De nadruk lag hierbij op

het vergroten van het stabiliteitsgebied van de resulterende methode. Het blijkt mogelijk gesmoothde PC-schema's te construeren met een reële stabiliteitsgrens van de vorm  $c(m,q)m^24q$  waarbij  $m$  het aantal correctieslagen voorstelt (dus het aantal rechterlid-evaluaties per stap),  $q$  het aantal smoothing operaties is per rechterlid-evaluatie en  $c(m,q)$  een langzaam variërende functie is van orde grootte 1. De hoeveelheid werk van één smoothing operatie komt hierbij overeen met het berekenen van een tridiagonaal matrix-vector-produkt. Mede door de geringe bewerkelijkheid en het feit dat in veel gevallen volstaan kan worden met een kleine waarde van  $m$ , hebben numerieke experimenten aangetoond dat deze methoden tenminste concurrerend zijn ten opzichte van volledig impliciete (en onvoorwaardelijk stabiele) methoden. Voor parabolische vergelijkingen in meer (2 en 3) ruimtedimensies zijn deze gesmoothde PC-methoden zelfs te verkiezen, omdat de complexiteit van de algoritme nauwelijks toeneemt bij overgang naar meer dimensies.

Tenslotte is een overzicht gegeven van smoothing technieken, waarbij ook andere toepassingen dan residu smoothing vermeld worden [NM-R8714]. Hierbij noemen we smoothing van de oplossing zelf (dit geeft nauwkeurigheidsverlies in het algemeen) en smoothing van de rechterlidfunctie van de differentiaalvergelijking (dit is alleen succesvol toepasbaar op een beperkte klasse van problemen). Over dit werk is tevens gerapporteerd op het *4th International Seminar on Numerical Treatment of Differential Equations* te Halle (DDR).

## *NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen*

*2.1. Defectcorrectie en theoretische achtergronden.* Het onderzoek in dit deelproject betrof de fundamentele analyse van de multiroosteralgoritmen en de samenhang met andere defectcorrectietechnieken. Multigrid-gedrag voor sterk niet-lineaire problemen werd bestudeerd. In het bijzonder werd de constructie onderzocht van asymmetrische grid-transfer-operatoren voor exponentieel aangepaste discretiseringsmethoden. Interpolaties en restricties werden geconstrueerd om Galerkin-approximaties te verkrijgen voor 1-D Scharfetter-Gummel-discretisaties. Dit onderzoek dient als achtergrondonderzoek voor het vinden van efficiënte oplosmethoden voor de halfgeleiderdevice vergelijkingen (NW 2.6).

*2.2. Singulier gestoorde randwaardeproblemen.* Het onderzoek beperkte zich in 1987 tot het evalueren van multiroostermethoden voor elliptische partiële differentiaalvergelijkingen met overheersende convectie-termen en/of discontinuïteit en anisotrope diffusie-coëfficiënten. Een robuuste en efficiënte black-box oplos-routine (geschreven in FORTRAN 77) werd voltooid. De routine is gebaseerd op matrix-afhankelijke prolongaties en restricties, waardoor op grove roosters stabiele Galerkin-approximaties gegenereerd worden. Een rapport over het onderzoek werd in het verslagjaar voltooid en zal in 1988 verschijnen.

2.3. *Adaptieve methoden.* In verband met de beperkte mankracht kon aan dit onderwerp ook in 1987 nauwelijks aandacht worden besteed.

#### 2.4. *Toepassing op stromingsproblemen*

2.4.1. *Niet-lineaire multiroostertechnieken voor de Euler-vergelijkingen.* In dit deelproject werd het theoretisch onderzoek naar efficiënte technieken voor de stationaire Euler-vergelijkingen afgerond. Een zeer efficiënte multirooster-techniek is nu ontwikkeld voor eerste orde discretisaties. Voor hogere-orde discretisaties kunnen defectcorrectietechnieken gebruikt worden. Over het onderzoek is afsluitend gerapporteerd tijdens de *3th Copper Mountain Conference on Multigrid Methods*, 6-10 april te Copper Mountain, Colorado, USA. De resultaten van het onderzoek werden door S.P. Spekreijse samengevat in zijn academisch proefschrift.

2.4.2. *Efficiënte multiroostertechnieken voor de Navier-Stokes-vergelijkingen.* In dit deelproject werd het theoretische achtergrond-onderzoek gedaan voor project NW 2.5. Allereerst werd onderzoek verricht naar een optimale discretiseringsmethode. Voor een efficiënte oplossing van de gediscretiseerde vergelijkingen werd vervolgens weer gekozen voor een symmetrisch punt-Gauss-Seidel-relaxatieproces, versneld met multigrid. Resultaten van een local-mode-analyse, met een scalair convectie-diffusie-vergelijking als model, lieten zien dat voor hoge waarden van het Reynolds-getal de geselecteerde methode snel convergeert voor de eerste orde nauwkeurige discrete vergelijkingen. Bij tweede orde nauwkeurigheid werd echter divergentie voorspeld. Deze theoretische resultaten werden bevestigd door de onder NW 2.5 (voor het ESA-project) uitgevoerde berekeningen. Voor de tweede orde nauwkeurige discrete vergelijkingen werd het gebruik van defectcorrectie geanalyseerd. Hierbij werden drie verschillende te inverteren operatoren beschouwd. Met behulp van local-mode-analyse kon een optimale operator worden gekozen. Ook de hier verkregen resultaten werden door berekeningen voor NW 2.5 bevestigd.

In samenwerking met M.-H. Lallemand (INRIA, Sophia Antipolis, Valbonne) is een begin gemaakt met inpassing van de onder NW 2.4.1 verkregen technieken in een programma dat gebruik maakt van 'unstructured finite elements'. Een eerste aangepaste versie van deze programmatuur van INRIA-S.A. is thans beschikbaar. Een rapport is in voorbereiding.

2.4.3. *Multiroostermethoden voor de stationaire halfgeleider-device vergelijkingen.* Een onderzoek naar de toepasbaarheid van multiroostermethoden voor het oplossen van de stationaire halfgeleider-device vergelijkingen werd begonnen. De onderzoekingen beperkten zich nog tot Scharfetter-Gummel-discretisaties voor een 1-D diode modelprobleem. Een aanpassing van de discretisering aan de eindige-volume multiroostermethode werd onderzocht. De eerste resultaten werden gerapporteerd tijdens de *Multigrid Meeting*, 25-31 oktober, gehouden te Oberwolfach (BRD). Een rapport is in voorbereiding.

2.5. *Efficiënte technieken voor de stationaire Euler- en Navier-Stokes-vergelijkingen (STW/ESA)*. Op 30 juni werd het STW-project 'Efficiënte technieken voor de stationaire Euler-vergelijkingen' (CWI-36.0395) met succes afgesloten. Aan de leden van de gebruikerscommissie (NLR, Fokker, TUD) is de programmatuur voor het oplossen van de Euler-vergelijkingen overgedragen. Fokker heeft ook een versie van de programmatuur voor de Navier-Stokes-vergelijkingen overgenomen. De Euler-programmatuur is verder aan een aantal buitenlandse instellingen beschikbaar gesteld (prof. A. Brandt, Weizmann Institute, Rehovot; dr. A. Dervieux, INRIA, Valbonne; prof.dr. C. Hirsch, Vrije Universiteit, Brussel). In het project werd een aantal publikaties over het onderwerp voorbereid, die allen in de open literatuur zijn verschenen of zullen verschijnen.

Als gevolg van het succesvolle onderzoek is door de European Space Agency (ESA) aan de onderzoeksgroep een contract aangeboden voor het doen van numeriek stromingsleer-onderzoek t.b.v. het in ontwikkeling zijnde Europese ruimtevaartuig Hermes.

De werkzaamheden voor het ESA-project zijn per 1 juli begonnen. Eerst werden de reeds begonnen onderzoeken naar efficiënte multirooster-methoden voor de Navier-Stokes-vergelijkingen voortgezet. Op basis van de resultaten, o.a. verkregen d.m.v. local-mode-analyse, werd het programma voor de Navier-Stokes-vergelijkingen verder ontwikkeld. Met het programma werden eerst zuivere grenslaagverschijnselen bestudeerd en vervolgens een schokgolf-grenslaag interactie. Over het onderzoek werd gerapporteerd tijdens de *Hermes Research and Development Meeting*, 23-25 november, te Stuttgart (BRD). Een uitgebreide rapportage is in voorbereiding.

Verder werd onderzoek gedaan naar het gedrag van de eerder ontwikkelde methode voor de stationaire Euler-vergelijkingen, nu in een hyperson regime. Een rapport over dit onderzoek is in voorbereiding. In verband met het belang van de hypersonica voor het Hermes-project bezocht P.W. Hemker de *1st Joint Europe-US Short Course on Hypersonics* die door GAMNI-SMAI en de University of Texas at Austin van 7 tot 11 december te Parijs georganiseerd werd.

2.6. *Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleider-vergelijkingen (IOP IC-Technologie)*. In het kader van het IOP IC-Technologie zal in 1988 het project 'Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleider-vergelijkingen' begonnen worden. Een oriënterend onderzoek is uitgevoerd in NW 2.4.2. In het verslagjaar is gezocht naar medewerkers welke het deelproject NW 2.6 kunnen uitvoeren. Door de twee fasen structuur van de universitaire studie was het moeilijk geschikte kandidaten te vinden.

### *NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer*

**3.1. Bevriende getallen.** Een groot aantal (meer dan 900) nieuwe bevriende getallenparen werd met behulp van verschillende constructiemethoden bepaald. Hierbij was één paar waarvan beide elementen noch door 2 noch door 3 deelbaar zijn. Dit soort paren is zeer zeldzaam en het nieuwe gevonden paar is het kleinste tot nu toe bekende (beide elementen hebben 33 decimale cijfers) van deze soort.

In het kader van het functioneren van het CWI als 'Centre for Amicable Pairs' werden nog vele, door onderzoekers van buiten het CWI ontdekte bevriende getallenparen verzameld, gecontroleerd en geordend.

Bijdragen kwamen uit Wuppertal, BRD (prof.dr. W. Borho en S. Battiato; meer dan 12000 paren(!)), New York, USA (prof.dr. M. Garcia, bijna 400 paren), Fargo, North-Dakota, USA (dr. E.J. Lee, ca. 340 paren), Richmond, Kentucky, USA (prof.dr. P. Costello) en Dortmund, BRD (prof.dr. W. Becker en H. Wiethaus). Dit bracht het totale aantal, eind 1987 bekende, bevriende getallenparen op meer dan 26000.

**3.2. Het vermoeden van Goldbach.** Het vermoeden van Goldbach is de bewering dat ieder even getal groter dan 4 kan worden geschreven als de som van twee oneven priemgetallen. Er werd een programma ontwikkeld voor de CYBER 205 vectorcomputer om dit vermoeden te verifiëren. Het bekende gebied (vermoeden juist voor alle even getallen  $\leq 10^8$ ) werd in ca. 4 minuten rekentijd geverifieerd. Vervolgens werd in een aantal lange runs het bekende gebied uitgebreid tot de grens  $10^{10}$ . Hierbij werd (ook) een aantal statistische resultaten verzameld, b.v. dat 97.9 % van de even getallen onder de grens  $10^{10}$  te schrijven is als de som van 2 oneven priemgetallen, waarbij het kleinste priemgetal niet groter is dan 200. Een publikatie is in voorbereiding.

**3.3. Factorisatie van grote getallen op de CYBER 205.** Een van de motivaties voor dit onderzoek is de interesse die er vanuit de cryptografie bestaat om te weten wat het grootste getal is dat met behulp van de beste bekende methode en met de snelste bekende computer(s) in redelijke tijd in priemfactoren kan worden ontbonden. Op grond van deze informatie kan men dan de sleutel van bepaalde cryptografische systemen zodanig kiezen dat een (bijna) veilig systeem ontstaat.

De in 1986 op de CYBER 205 geïmplementeerde en geoptimaliseerde kwadratische zeefmethode van Pomerance werd toegepast op een groot aantal 'lastige' samengestelde getallen in het gebied van 50-82 decimale cijfers. 'Lastig' samengesteld betekent hier dat bekend was dat de getallen samengesteld waren, maar dat met andere methoden (zoals de z.g. Elliptic Curve Method van H.W. Lenstra, Jr.) tot dan toe geen ontbinding was gevonden. De getallen die op deze manier zijn ontbonden spelen een rol in diverse getaltheoretische problemen, zoals bij het ontbinden van z.g. Mersennegetallen, en bij het bewijzen van het niet-bestaan van z.g. oneven volmaakte getallen onder een gegeven grens. Een belangrijk deel van de in dit onderzoek

benodigde rekentijd werd door de *ZWO Werkgroep Gebruik Supercomputers* beschikbaar gesteld. Bij diverse gelegenheden werd over dit onderzoek gerapporteerd. Een publikatie is in voorbereiding.

#### *NW 4 Numerieke programmatuur*

##### *4.1. Numerieke programmatuur in Ada*

###### *4.1.1. Ontwikkeling van numerieke programmatuur in de programmeertaal Ada.*

De programmeertaal Ada is in de eerste plaats ontworpen voor het programmeren van grote besturingssystemen. Algemeen wordt echter verwacht dat Ada ook intensief gebruikt zal worden in grootschalige wetenschappelijke berekeningen. Hiervoor is het noodzakelijk dat grote basis-programmatheken voor (numerieke) berekeningen in Ada beschikbaar komen.

In 1985 en 1986 werd in samenwerking met numerici in Engeland en Ierland o.l.v. dr. B. Ford van NAG (Oxford) gewerkt aan het vervaardigen van een prototype Ada-programmatheek voor grootschalig wetenschappelijk rekenwerk met inachtneming van aanvaarde richtlijnen hiervoor, waarbij de implementeerbaarheid van wiskundige methoden in overdraagbare modulen onderzocht wordt.

In het verslagjaar werd het werk aan de implementatie en het testen van overdraagbare elementaire wiskundige functies in Ada en van operaties uit de lineaire algebra voortgezet, terwijl standaard-documentatie in manual-vorm voor de betreffende programmatuur werd voltooid. Van dit werk werd verslag gedaan in [NM-R8709] en [NM-R8710]. Gebruik werd gemaakt van de eigen Ada-voorzieningen van het CWI voor testen en draaien van Ada-programma's. In samenwerking met de *Ada-Europe Numerics Working Group* en de (Amerikaanse) *SIGAda Numerics Working Group* werden de activiteiten om tot een internationaal aanvaarde gemeenschappelijke definitie van de elementaire wiskundige functies in Ada te komen uitgebreid. Een voorstel voor zo'n standaard verscheen in [NM-R8718].

In samenwerking met numerici in Duitsland en Engeland werd verder gewerkt aan het ontwikkelen van methoden voor het (automatisch) toepassen van aritmetiek in hogere nauwkeurigheid (z.g. Karlsruhe-aritmetiek) bij complexere numerieke algoritmen. Daartoe werd met name een Ada-versie van deze nauwkeurige aritmetiek grotendeels voltooid.

Over de werkzaamheden werd gerapporteerd in vergaderingen van de *Ada-Europe Numerics Working Group* (Brussel) en de *SIGAda Numerics Working Group* (Chicago, Boston), op de *ESPRIT 1987 Conference* (Brussel), en in review-vergaderingen van het PIA-project en het DIAMOND-project (Brussel, München en Amsterdam).

###### *4.2. Numerieke programmatuur voor vector en parallele processoren*

Doel van dit project is het onderzoek van bestaande en het zo nodig ontwikkelen van nieuwe numerieke algoritmen die een zo efficiënt mogelijk gebruik maken van vectorcomputers (zoals de CYBER 205 en de CRAY 1). Hierbij

spelen vectorisatie- en parallelisatietechnieken een grote rol.

Voorts wordt numerieke programmatuur voor vectorcomputers ontwikkeld en beschikbaar gesteld in de NUMVEC-library (zie 4.2.5.).

Dit project is ten dele een verlengstuk van binnen het NW-onderzoek reeds lopende projecten.

De in het vorige verslagjaar aangekondigde publikaties over de Dubbele precisie BLAS op de CYBER 205 en het oplossen van bidiagonale stelsels op de CYBER 205 zijn inmiddels verschenen (in het boek: *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers* (H.J.J. te Riele et.al. (eds.)), resp. rapport [NM-R8725]).

**4.2.1. Vectorisatie van het 'odd-even hopscotch' schema en het 'alternating direction implicit' schema voor de twee-dimensionale Burgersvergelijkingen.** Een gevectoriseerde versie van het 'odd-even hopscotch' schema en het 'alternating direction implicit' schema werden ontwikkeld voor het oplossen van de twee-dimensionale Burgersvergelijkingen. De efficiëntie van beide schema's werd onderzocht op de CDC CYBER 205 en de CRAY X-MP/28.

Over het onderzoek is gerapporteerd in [NM-R8720]. In 1988 zal deze code gecombineerd worden met een pressure-correction techniek voor het oplossen van de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen.

**4.2.2. Multigridmethoden voor elliptische PDEs** Dit betreft onderzoek in het kader van het ontwikkelen van NUMVEC routine MGZEB (zie ook NM-R8518). MGZEB is een gevectoriseerde multigrid code voor het oplossen van lineaire stelsels die zijn ontstaan uit een 7-punts discretisatie van een algemene lineaire tweede orde elliptische PDE in twee dimensies.

Aangezien het relaxatie-proces het duurste onderdeel is van een multigrid iteratie cykel, is de datastructuur aangepast om zogenaamde stride-problemen tijdens het uitvoeren van een zebra-relaxatie op de CYBER 205 te omzeilen.

De effecten van vectorisatie en van het aanpassen van de datastructuur werden bestudeerd, alsmede de I/O-problematiek die bij virtueel geheugengebruik kan optreden.

**4.2.3. Optimalisatie van de reële Level 2 BLAS op de CYBER 205.** Het eerder gestarte project voor het implementeren en optimaliseren van de reële Level 2 BLAS-routines op de CYBER 205 werd voltooid. De Level 2 BLAS-routines kunnen 3 soorten matrix-vector bewerkingen uitvoeren, n.l. matrix-vector vermenigvuldiging, rang-1 en rang-2 updates, en oplossen van driehoekige stelsels lineaire vergelijkingen. De prestatie van de routines op de CYBER 205 varieert tussen 60% en 80% van de maximale 'performance' ([NM-R8715]).

Verwacht wordt dat in 1988 de complexe versies van de voor de CYBER 205 geoptimaliseerde Level 2 BLAS gereed zullen komen.

**4.2.4. LINPACK en Level 2 BLAS.** LINPACK is een verzameling FORTRAN subroutines voor het ontbinden van verschillende soorten matrices en het oplossen van lineaire stelsels. Bij de implementatie werd gebruik gemaakt van



de BLAS, een pakket van machine-afhankelijke optimalisaties van basis-operaties op vector-vector niveau. Hierdoor is de LINPACK een overdraagbare bibliotheek, terwijl toch een hoge mate van efficiëntie wordt bereikt.

Zeker voor vector- en parallelle machines is een optimalisatie op matrix-vector niveau gewenst. Dit heeft geleid tot de Extended of Level 2 BLAS. Gewerkt werd aan het inpassen van de Level 2 BLAS in de LINPACK, met als belangrijke eis dat de parameterlijst ongewijzigd blijft. Dit heeft tot gevolg dat de efficiëntie, en ook de leesbaarheid, van de programma's verhoogd wordt, terwijl de portabiliteit gewaarborgd blijft.

**4.2.5. NUMVEC.** NUMVEC is een bibliotheek van NUMerieke software voor VECtorprocessors en parallelle processoren in FORTRAN. De documentatie sluit zo veel mogelijk aan bij die van NAG-library. De programmatuur die in NUMVEC is opgenomen kan geschreven zijn:

- (i) in ANSI FORTRAN 77 zodanig dat met behulp van een goede compiler en evt. in combinatie met een precompiler (zoals VAST op de CYBER 205), efficiënte code kan worden gegenereerd voor iedere gegeven vectorprocessor of parallelle processor,
- (ii) in machinecode (b.v. META voor de CYBER 205 of CAL voor de CRAY 1) waarmee nog betere resultaten dan met de onder (i) beschreven code kunnen worden behaald.

In het verslagjaar verscheen NUMVEC-Letter #2, waarin een overzicht van alle in NUMVEC beschikbare numerieke software is opgenomen.

In het verslagjaar werden de volgende bijdragen in NUMVEC opgenomen:

Naam: Extended BLAS (reële versie)  
 Auteur: W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele  
 Doel: Het uitvoeren van matrix-vector operaties zoals die veelvuldig voorkomen in de lineaire algebra.  
 Vectorisatie: FORTRAN 200 met vector-syntax uitbreidingen, en, waar nodig, special call statements  
 Documentatie: NM-R8715

Naam: SVDTJP en LSQMNS  
 Auteur: P.P.M. de Rijk  
 Doel: SVDTJP berekent de singuliere waarde-ontbinding van een reële rechthoekige matrix. LSQMNS vindt de minimum norm kleinste kwadraten oplossing van een stelsel lineaire vergelijkingen.  
 Vectorisatie: De routines zijn geschreven in FORTRAN 200 voor de CYBER 205, met vector-syntax uitbreidingen. Waar nodig, zijn 'special call statements' gebruikt.  
 Documentatie: NM-R8719

Ook werden enkele routines voor het oplossen van stelsels lineaire vergelijkingen door verbeterde versies vervangen ([NM-R8712]).

Voorts werd in het verslagjaar gewerkt (door J.J.F.M. Schlichting) aan routines voor (1) het oplossen van bidiagonale stelsels, (2) vermenigvuldiging van een volle matrix met een vector, en (3) het met behulp van de ICCG-methode oplossen van speciale stelsels lineaire vergelijkingen (met een 7-bands matrix), die ontstaan bij discretisatie van een partiële differentiaalvergelijking over een drie-dimensionaal gebied. Deze routines zullen worden opgenomen.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen.* Zie hiervoor het verslag van de Landelijke Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde.

### *Colloquia*

*Numerical Aspects of Vector and Parallel Processors.* Dit colloquium, georganiseerd in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam en de Technische Universiteit Delft, ging in september 1985 van start en heeft tot doel te bestuderen wat de invloed is van de in de laatste jaren verschenen vector- en parallelle processoren op de keuze en het ontwerp van numerieke algoritmen voor deze processoren en op het gebruik van geheugen- en I/O-faciliteiten.

In het verslagjaar vond één bijeenkomst plaats, die georganiseerd werd mede in samenwerking met IBM Nederland.

T.C. Winkler (IBM Research Laboratory, Yorktown Heights, USA): A highly parallel method for calculating eigenvalues numerically, 22 juni.

Bij de Noord-Hollandse verscheen het boek: *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers* (eds. H.J.J. te Riele, Th.J. Dekker en H.A. van der Vorst). Hierin zijn uitgewerkte versies opgenomen van de meeste van de in de periode september 1985- juni 1986 in het kader van dit colloquium gehouden voordrachten (zie publikaties).

### *Cursussen*

*Vector en Parallel Rekenen.* Deze cursus werd gegeven op 19, 20, 26 en 27 november. Achtergrond was hierbij de steeds groeiende rol die vector en parallelle processoren spelen in het moderne toegepaste en zuiverwetenschappelijke onderzoek, en in industriële toepassingen zoals de oliewinning, lucht- en ruimtevaart, autofabricage, elektronica, chemie en nucleaire techniek. Daarnaast blijkt het verwerven van expertise op het gebied van vector en parallel rekenen vaak een kwestie van jaren. Doel van de cursus was de deelnemers op de hoogte te brengen van deze ontwikkelingen, en hen te helpen in versneld tempo de benodigde expertise te verwerven. Het aantal deelnemers bedroeg 23. De deelnemers waren afkomstig van het bedrijfsleven, overheids-

onderzoekslaboratoria en Universiteiten. Docenten waren: W. Hoffmann (Universiteit van Amsterdam), H.A. van der Vorst (TU Delft), E.D. de Goede, J.K. Lenstra (afd. MB) W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, D.T. Winter en P.M. de Zeeuw. Op 26 november werd 's middags een workshop verzorgd door H.A. van der Vorst, E.D. de Goede, W.M. Lioen, B.P. Sommeijer, D.T. Winter en P.M. de Zeeuw. Leiding en organisatie berustte bij H.J.J. te Riele.

### *Seminaria*

*Algemene Werkbespreking van de afdeling Numerieke Wiskunde.* Hierin werd door leden en bezoekers van de afdeling gerapporteerd en gediscussieerd. Leiding en organisatie berustte bij P.J. van der Houwen, H.J.J. te Riele en J.G. Verwer. Hieronder volgt een lijst van sprekers met de titels en data van hun voordrachten.

D.T. Winter: Elementaire lineaire algebra in Ada, 18 februari.

J. Kok: De specificatie van elementaire functies in Ada, 25 februari.

E.D. de Goede, F.W. Wubs: Explicit-implicit methods for time dependent partial differential equations, 4 maart.

J.G. Verwer, J.G. Blom, J.M. Sanz-Serna: Een adaptieve roostermethode van het Crank-Nicholson-type voor 1D-tijdsafhankelijke PDVs, 18 maart.

B.P. Sommeijer, P.J. van der Houwen: De invloed van 'residue smoothing' op de (reële) stabiliteitsgrens van predictor-corrector methoden, 25 maart.

M. Borsboom (Von Karman Institute for Fluid Dynamics, Rhode-Saint-Genese, België): A numerical solution method for the compressible Navier-Stokes equations with application to channel and blade-to-blade flow, 1 april.

J.H.M. ten Thije Boonkkamp: Een ADI-tijdstapmethode voor de berekening van vrije convectie, 22 april.

R. Charron (Memorial University, St. John's, New Foundland, Canada): Orthogonal polynomials and generalized Pade's approximants, 27 april.

F.W. Wubs: De ontwikkeling van een numerieke methode voor de ondiepwater-vergelijkingen op de CYBER 205, 6 juli.

M.-H. Lallemand (INRIA, Sophia-Antipolis, Valbonne, Frankrijk): Multigrid methods for solving the Euler equations using unstructured finite element meshes, 14 oktober.

W.H. Hundsdorfer, J.G. Verwer: Stabiliteit en convergentie van de ADI-methode van Peaceman & Rachford, 28 oktober en 4 november.

B. Koren: Upwind schema's, multigrid en defectcorrectie voor de stationaire vergelijkingen van Navier-Stokes, 11 november.

J.H.M. ten Thije Boonkkamp: Residue smoothing voor het versnellen van ADI-iteratie voor elliptische differentiaalvergelijkingen, 18 november.

R. März (Humboldt-Universität, Berlin, DDR): Numerical methods for differential-algebraic equations, 2 december.

A. Bellen (Universit  di Trieste, Italië): Parallel algorithms for solving ODEs, 16 december.

*Vector- en Parallele Numerieke Algoritmen.* In twee-wekelijkse bijeenkomsten werd hierin door de adviseur H.A. van der Vorst en door leden van de afdeling NW op informele wijze gerapporteerd en gediscussieerd over ontwikkelingen op het gebied van numerieke algoritmen voor vector- en parallelle processoren. Op 4 november werd door G. Hameetman van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium een informele bijdrage over de nieuwe NEC SX/2 vectorprocessor van het NLR geleverd.

#### OPDRACHTEN

##### *Project halgeleiderberekeningen*

*Onderzoek beginschattingen* ((B.P. Sommeijer, W.H. Hundsdorfer, C.Th. Everaars (STO), P.J. van der Houwen, J.G. Verwer). In opdracht van Philips/CAD-Centre/MSW is een studie uitgevoerd naar het efficiënt numeriek oplossen van gediscretiseerde halgeleider-vergelijkingen met behulp van het Newton-proces. Het specifieke onderwerp van onderzoek betrof de 1D stationaire halgeleider-vergelijkingen welke een transistor modelleren. Het onderzoek concentreerde zich op het vinden van geschikte beginschattingen voor dit Newton-proces, in afhankelijkheid van een opgelegd spanningsverloop bij de transistor [NM-N8702].

##### *Project numerieke programmatuur in Ada*

*PIA-project* (M. Bergman, J. Kok, D.T. Winter). Het PIA-project (door een consortium o.l.v. NAG, Oxford, uitgevoerd), in het kader van een EG-opdracht tot het maken van Pilot-Implementaties van de basismodulen van numerieke programmatheken in Ada, werd met succes afgesloten met het afleveren van een implementatie en documentatie van elementaire wiskundige functies en van modulen voor basis lineaire algebra operaties.

*DIAMOND* (H.P. Dijkhuis, C.Th. Everaars (STO), J. Kok, A.G. Steenbeek (STO), D.T. Winter). Voor een EG-opdracht onder ESPRIT voor het (door te ontwikkelen technieken) toepassen van aritmetiek in hogere nauwkeurigheid (in een consortium o.l.v. SIEMENS, München) werd gewerkt aan een Ada-implementatie van de z.g. Karlsruhe-aritmetiek.

Vorbereidende besprekingen vonden plaats voor het ontwerpen van een nieuw project voor de implementatie van bepaalde numerieke methoden in Ada.

*Project Open Universiteit*

*OU Leereenheden numerieke wiskunde* (P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer, P.M. de Zeeuw). In het kader van een bij de Open Universiteit in ontwikkeling zijnde wiskundecursus, zijn bijdragen geleverd op het gebied van de numerieke integratie van functies (kwadratuur) en van gewone differentiaalvergelijkingen. Tevens is een practicum numerieke wiskunde geleverd. De definitieve versies zullen (na toetsing door proefstudenten) gereedkomen in 1988. Publikatie vindt plaats in de vorm van cursusboeken, uitgebracht door de OU.

*Project waterbeweging rond varend schip*

*Test ondiep-waterprogramma* (F.W. Wubs). In opdracht van Hydronamics B.V. werd het in het kader van het STW-project NW1.6.1. ontwikkelde programma getest aan de hand van het berekenen van de door een varend schip opgewekte waterbeweging.

*Project vertaling Russische encyclopedie*

*Annotatie artikelen op het gebied van de numerieke wiskunde* (P.J. van der Houwen). Ten behoeve van het project een Engelstalig geannoteerde versie van de oorspronkelijk Russische wiskunde-encyclopedie samen te stellen, werden een groot aantal artikelen die de numerieke wiskunde betreffen voorzien van in het westen toegankelijke referenties en aangevuld met commentaar.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA, WERKGROEPEN, CURSUSSEN E.D. BUITEN HET CWI

*Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, Marin, Ede-Wageningen, 16 februari: J.H.M. ten Thije Boonkamp (voordracht).

*Algemeen Wiskunde Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 18 februari: W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele, J.J.F.M. Schlichting, 1 april: W.M. Lioen, H.J.J. te Riele.

*Werkgroep WGM Numerieke Wiskunde*, RU Utrecht, 16 maart: P.W. Hemker, P.J. van der Houwen, W.M. Lioen, H.J.J. te Riele, S.P. Spekreijse (voordracht).

*Gould Vectorcomputer Meeting*, Utrecht, 13 april: W.M. Lioen.

*Werkgroep Numerieke Algoritmen op Parallele Computersystemen*, Amsterdam, 2 juni, 20 oktober en 24 november: E.D. de Goede, W.M. Lioen, M. Louter-Nool, H.J.J. te Riele.

*Numerieke Wiskunde Dag*, TU Delft, 26 juni: P.W. Hemker, P.M. de Zeeuw.

*IBM Vector Processing Seminar*, Utrecht, 30 juni: E.D. de Goede, W.M. Lioen.

*CRAY Gebruikersdag*, Utrecht, 1 oktober: E.D. de Goede, W.M. Lioen.

*CYBER 205 Gebruikersdag*, SARA, Amsterdam 17 november: E.D. de Goede, W.M. Lioen, M. Louter-Nool (voordracht), H.J.J. te Riele, D.T. Winter.

*Werkgroep Wiskundige Programmatuur*, RU Utrecht, 4 december: H.J.J. te Riele.

DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Project Group Pilot Implementation in Ada*, Brussel, 22 januari en 15 juni (Review Meeting), Teddington, 3 april, Oxford, 9 en 12 juni (werkbezoek J. Kok): J. Kok, D.T. Winter.

*Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, 23 januari, 16 juni en 12 oktober: J. Kok, D.T. Winter.

*Werkbezoek ETH*, Zürich, Zwitserland, 26-31 januari: P.W. Hemker.

*DIAMOND Project Group*, München, 9-11 februari (Review Meeting) en 14-15 mei, Bath, 9-10 maart en 25-27 november, Karlsruhe, 25-26 juni, Amsterdam, 14-15 september (Review Meeting): J. Kok, D.T. Winter.

*Werkbezoek Martin-Luther-Universität Halle*, DDR en *Technische Universität Dresden*, DDR, 16-21 februari: W.H. Hundsdorfer.

*Werkbezoek Argonne National Laboratory*, Argonne, Illinois, USA, 11-16 maart: J. Kok.

*SIGAda Numerics Working Group Meeting*, Chicago, 13 maart, Boston, USA, 10 december: J. Kok.

*Third Copper Mountain Conference on Multigrid Methods*, Copper Mountain, Colorado, USA, 6-10 april: B. Koren, S.P. Spekreijse.

*Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht 15-16 april: E.D. de Goede, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, J.G. Verwer, F.W. Wubs.

*Werkbezoek ETH*, Zürich, Zwitserland, 5 mei: H.J.J. te Riele.

*Ada-Europe Conference*, Stockholm, Zweden, 25-28 mei: J. Kok.

*4e Internationales Seminar über Numerische Behandlung von Differentialgleichungen*, Universität Halle, DDR, 25-29 mei: P.J. van der Houwen, J.G. Verwer.

*Ada-Europe Steering Committee*, Stockholm, Zweden, 25 en 28 mei, Straatsburg, 8 september, München, 21 november: J. Kok.

*NAG Technical Policy Committee Meetings*, Moreton, UK, 10-11 juni en 7-18 december: J. Kok.

*Werkbezoek aan dr. C.T.H. Baker*, University of Manchester, UK, 19-22 juni: P.J. van der Houwen.

*12th Biennial Conference on Numerical Analysis*, University of Dundee, Schotland, 23-26 juni: P.J. van der Houwen, J.G. Verwer.

*ICIAM 87*, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli: P.W. Hemker.

*Conférence Internationale de Théorie des Nombres*, Quebec, Canada, 5-18 juli: H.J.J. te Riele.

*V-Aerodynamic Seminar*, Aken, BRD, 6-7 juli: B. Koren.

*Werkbezoek INRIA*, Sophia Antipolis, Valbonne, Frankrijk, 6-10 juli: P.W. Hemker.

*Werkbezoek aan prof. A. Brandt*, Weizmann Institute of Science, Rehovot,

- Israël, 25 juli- 18 augustus: S.P. Spekrijse.  
*Vector and Parallel Processors in Computational Science III*, Liverpool, UK, 25-28 augustus: H.J.J. te Riele.  
*Shell Technologie Conferentie 1987*, Shell Hoofdkantoor, 's-Gravenhage, 27-28 augustus: J.G. Verwer.  
*Werkbezoek TU Eindhoven*, 31 augustus: P.W. Hemker.  
*International Symposium on Numerical Analysis - METU*, Ankara, Turkije, 1-4 september: W.H. Hundsdorfer.  
*7th GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Mechanics*, Louvain-La-Neuve, België, 9-11 september: J.H.M. ten Thije Boonkkamp.  
*L'Aquila Workshop on Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, L'Aquila Italië, 16-18 september: P.J. van der Houwen.  
*ESPRIT 1987 Conference*, Brussel, België, 28-30 september: J. Kok.  
*Werkbezoek aan prof.dr. J.M. Sanz-Serna*, Universiteit van Valladolid, Spanje, 28 september- 4 oktober: J.G. Verwer.  
*Twaalfde Conferentie van Numeriek Wiskundigen*, Zeist, 5-7 oktober: P.W. Hemker, E.D. de Goede, P.J. van der Houwen, W.H. Hundsdorfer, B. Koren, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, J.G. Verwer, F.W. Wubs.  
*Werkbezoek aan prof.dr. R. Scherer*, Universität Karlsruhe, BRD, 19-21 oktober: J.G. Verwer.  
*Multigrid Meeting*, Oberwolwach, BRD, 25-31 oktober: P.W. Hemker.  
*Hermes Research and Development Meeting*, Stuttgart, BRD, 23-25 november: P.W. Hemker.  
*ACM-SIGAda International Conference*, Boston, USA, 7-11 december: J. Kok.

#### BEZOEKERS

- G. Pontrelli (Istituto per le applicazioni del calcolo - CNR, Rome, Italië), 1 maart-31 oktober.  
A.M. Odlyzko (AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, USA), 10 april.  
R. Charron (Memorial University, St. John's, New Foundland, Canada, 27 april.  
C. Hirsch (VU Brussel, België), 26 mei.  
T.C. Winkler (IBM Research Laboratory, Yorktown Heights, USA), 22 juni.  
Guo Ben-Yu (University of Science and Technology, Shanghai, China), 23 juni.  
Lin Qun (Academica Sinica, Beijing, China), 23 juni.  
B. Braams (Princeton University, USA), 3 juli.  
M.-H. Lallemand (INRIA, Sophia Antipolis, Valbonne, Frankrijk), 21 september-17 oktober.  
I. Boglaev (Institute of Microelectronics Technology and Superpure Materials, USSR Academy of Sciences, Moskou), 7-16 oktober.  
D. Moody (Intel Scientific Computers, Swindon, UK), 10 november.  
R. Maerz (Humboldt-Universität Berlin, DDR), 30 november- 2 december.

A. Bellen (Universit  di Trieste, Italië), 16-17 december.

In verband met een aantal vergaderingen ten behoeve van het DIAMOND-project werd het CWI van 14-16 september door de volgende personen bezocht:

C.A. Addison (Chr. Michelsen Institute, Bergen, Noorwegen),  
 J. Carroll (NIHE, Dublin, Ierland),  
 L.M. Delves (University of Liverpool, UK),  
 J.H. Davenport (University of Bath, UK),  
 M. Erl (NAG, Oxford, UK),  
 B. Ford (NAG, Oxford, UK),  
 R. Hagenm ller (SIEMENS, München, BRD),  
 G.S. Hodgson (NAG, Oxford, UK),  
 W. Klein (Universität Karlsruhe, BRD),  
 T. Kr ckeberg (GMD, Sankt Augustin, Bonn, BRD),  
 J.J. Lauture (Europese Commissie, Brussel, België),  
 G.T. Symm (NPL, Teddington, UK),  
 C. Ulrich (Universität Karlsruhe, BRD),  
 J. Wolff von Gudenberg (Universität Karlsruhe, BRD) en  
 A. Z llner (SIEMENS, München, BRD).

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- E.D. de Goede: Expliciet-impliciete methoden voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15 april.
- P.W. Hemker: Multigrid methods. *Voordrachtenserie*, ETH Zürich, Zwitserland, 27, 28, 30 januari.
- P.W. Hemker: Application of the multigrid method to compressible fluid flow computation. *Colloquium Vector and Parallel Computing*, ETH Zürich, Zwitserland, 29 januari.
- P.W. Hemker: Parameterschatten in compartimentenmodellen beschreven door differentiaalvergelijkingen. *Studiegroep Compartimentenmodellen*, Amsterdam, 9 maart.
- P.W. Hemker: Multigrid approaches to the Euler equations. *ICIAM 87*, Parijs, Frankrijk, voordracht in Minisymposium: Multigrid robust methods, efficient algorithms and applications, 1 juli.
- P.W. Hemker: Multigrid techniques for the solution of the steady Euler equations. INRIA, Sophia Antipolis, Valbonne, Frankrijk, 6 juli.
- P.W. Hemker: Application of multigrid to the 1-D semiconductor device equations. *Multigrid Meeting*, Oberwolfach, BRD, 26 oktober.
- P.W. Hemker: Multigrid for steady full Navier-Stokes equations. *Hermes Research and Development Meeting*, Stuttgart, BRD, 24 november.
- P.J. van der Houwen: Stabilization of explicit difference schemes by smoothing techniques. *4e Internationales Seminar  ber Numerische Behandlung von Differentialgleichungen*, Halle, DDR, 26 mei.



- P.J. van der Houwen: Phase-lag analysis of Runge-Kutta methods. University of Manchester, UK, 19 juni.
- P.J. van der Houwen: Improving the stability of predictor-corrector methods by residue smoothing. *12th Biennial Conference on Numerical Analysis*, University of Dundee, Schotland, 23 juni.
- P.J. van der Houwen: The use of smoothing matrices in difference schemes. *L'Aquila Workshop on Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, University of L'Aquila, Italië, 16 september.
- P.J. van der Houwen: Application of smoothing techniques in problems from practice. *L'Aquila Workshop on Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, University of L'Aquila, Italië, 17 september.
- W.H. Hundsdorfer:  $B$ -convergence of Runge-Kutta methods. Martin-Luther-Universität Halle, DDR, 18 februari.
- W.H. Hundsdorfer: Stability for  $\theta$ -methods applied to differential-algebraic equations with index two. Martin-Luther-Universität, Halle, DDR, 19 februari.
- W.H. Hundsdorfer:  $B$ -convergence of Runge-Kutta methods. Technische Universität Dresden, DDR, 20 februari.
- W.H. Hundsdorfer: Convergence of Runge-Kutta methods on classes of stiff initial-value problems. *International Symposium on Numerical Analysis-METU*, Ankara, Turkije, 2 september.
- J. Kok: Design, implementation and testing of the elementary functions in Ada. *Project Group Implementation in Ada, Review Meeting*, Brussel, België, 15 juni.
- J. Kok: Proposal for standard mathematical packages in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 16 juni.
- J. Kok: Elementary functions in Ada for the PIA project. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 16 juni.
- J. Kok: Towards reliable computing. *ESPRIT 1987 Conference*, Brussel, België, 29 september.
- J. Kok: The future of the Ada-Europe Numerics Working Group. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 12 oktober.
- J. Kok: The standardisation of the elementary functions in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 12 oktober.
- J. Kok: Towards reliable computing in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 12 oktober.
- J. Kok: The Ada-Europe Numerics WG proposal for standard mathematical packages in Ada. *SIGAda Numerics Open Session*, Boston, USA, 10 december.
- B. Koren: Defect correction and multigrid for the steady Navier-Stokes equations. *Third Copper Mountain Conference on Multigrid Methods*, Copper Mountain, Colorado, USA, 6-10 april.
- B. Koren: Euler flow solutions for a transonic windtunnel section. *V-Aerodynamic Seminar*, Aken, BRD, 6 juli.
- H.J.J. te Riele: Verificatie van het vermoeden van Goldbach op een vectorcomputer. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15 april.

- H.J.J. te Riele: (i) NUMVEC, a library of NUMerical software for VECtor and processors; (ii) Factorization of large integers on a vector computer. *Colloquium Vector and Parallel Computing*, ETH Zürich, Zwitserland, 5 mei.
- H.J.J. te Riele: The quadratic sieve factorization method on the CDC CYBER 205. *Conférence Internationale de Théorie des Nombres*, Quebec, Canada, 14 juli.
- H.J.J. te Riele: The use of large vector computers in number-theoretic problems. *Vector and Parallel Processors in Computational Science III*, Liverpool, UK, 27 augustus.
- H.J.J. te Riele: Numeriek rekenen op een PC. *Vacantiecursus 1987: De Personal Computer en de Wiskunde op School*, Eindhoven, 28 augustus, Amsterdam, 5 september.
- B.P. Sommeijer: De invloed van 'residue smoothing' op de (reële) stabiliteitsgrens van predictor-corrector methoden. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15 april.
- S.P. Spekreijse: Oplossingen van de stationaire Euler-vergelijkingen met multigrid. *Werkgroep WGM Numerieke Wiskunde*, Utrecht, 16 maart.
- S.P. Spekreijse: Multigrid and defect correction for the efficient solution of the steady Euler equations. *Third Copper Mountain Conference on Multigrid Methods*, Copper Mountain, Colorado, USA, 6-10 april.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkkamp: De 'odd-even hopscotch pressure correction' methode voor de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen. *Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, Marin, Ede-Wageningen, 16 februari.
- J.H.M. ten Thijsse Boonkkamp: Het 'odd-even hopscotch pressure correction' schema voor de berekening van vrije convectie. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU, Utrecht, 15 april.
- J.G. Verwer: Some aspects of the numerical solution of evolutionary differential equations. *4e Internationales Seminar über Numerische Behandlung von Differentialgleichungen*, Halle, DDR, 26 mei.
- J.G. Verwer: Some stability results of the hopscotch difference method when applied to convection-diffusion equations. *12th Biennial Conference on Numerical Analysis*, University of Dundee, Schotland, 24 juni.
- J.G. Verwer: Stability and convergence of the Peaceman-Rachford ADI method. *Kolloquiumvortrag*, Institut für Praktische Mathematik, Universität Karlsruhe, BRD, 20 oktober.
- D.T. Winter: Basic linear algebra in Ada. *Project Group Implementation in Ada, Review Meeting*, Brussel, België, 15 juni.
- D.T. Winter: Verification of the floating-point attributes in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 16 juni.
- D.T. Winter: The floating-point attributes in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, België, 12 oktober.
- F.W. Wubs: De ontwikkeling van een numerieke methode voor de ondiep-watervergelijkingen op de CYBER 205. *Drieëntwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 16 april.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- NM-R8701 J.H.M. TEN THIJE BOONKAMP. *The odd-even hopscotch pressure correction scheme for the computation of free convection in a square cavity.*
- NM-R8702 M. LOUTER-NOOL. *Translation of algorithm 539: Basic Linear Algebra Subprograms for Fortran usage in FORTRAN 200 for the CYBER 205.*
- NM-R8703 E.D. DE GOEDE, F.W. WUBS. *Explicit-implicit methods for time-dependent partial differential equations.*
- NM-R8704 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Diagonally implicit Runge-Kutta-Nyström methods for oscillatory problems.*
- NM-R8705 P.J. VAN DER HOUWEN, C. BOON, F.W. WUBS. *Analysis of smoothing matrices for the preconditioning of elliptic difference equations.*
- NM-R8706 B.P. SOMMEIJER. *A note on a diagonally implicit Runge-Kutta-Nyström method.*
- NM-R8707 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Improving the stability of predictor-corrector methods by residue smoothing.*
- NM-R8708 W.H. HUNSDORFER. *Stability results for theta-methods applied to a class of stiff differential-algebraic equations.*
- NM-R8709 M. BERGMAN. *Implementation of elementary functions in Ada.*
- NM-R8710 J. KOK. *Design and implementation of elementary functions in Ada.*
- NM-R8711 J.G. VERWER. *Some stability results for the hopscotch difference method when applied to convection-diffusion equations.*
- NM-R8712 W. HOFFMANN. *NUMVEC FORTRAN Library manual. Chapter: Simultaneous linear equations. Update #1.*
- NM-R8713 J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER. *A Lagrangian moving grid scheme for one-dimensional evolutionary partial differential equations.*
- NM-R8714 P.J. VAN DER HOUWEN. *Stabilization of explicit difference schemes by smoothing techniques.*
- NM-R8715 W.M. LIOEN, M. LOUTER-NOOL, H.J.J. TE RIELE. *Optimization of the real level 2 BLAS on the CYBER 205.*
- NM-R8716 C. NEBBELING, B. KOREN. *An experimental-computational investigation of transonic shock wave-turbulent boundary layer interaction in a curved test section.*
- NM-R8717 W.H. HUNSDORFER. *Convergence of Runge-Kutta methods on classes of stiff initial value problems.*
- NM-R8718 J. KOK. *Proposal for standard mathematical packages in Ada.*
- NM-R8719 P.P.M. DE RIJK. *NUMVEC FORTRAN library manual. Chapter: Simultaneous linear equations, Routine: SVDTJP and LSQMNS.*
- NM-R8720 E.D. DE GOEDE, J.H.M. TEN THIJE BOONKAMP. *Vectorization of the odd-even hopscotch scheme and the alternating direction implicit scheme for the two-dimensional Burgers' equations.*

- NM-R8721 J.H.M. TEN THIJE BOONKAMP. *Residual smoothing for accelerating the ADI iteration method for elliptic difference equations.*
- NM-R8722 W.M. LIOEN. *Multigrid methods for elliptic PDEs.*
- NM-R8723 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, G. PONTRELLI. *A comparative study of Chebyshev acceleration and residue smoothing in the solution of nonlinear elliptic difference equations.*
- NM-R8724 W.H. HUNSDORFER, J.G. VERWER. *Stability and convergence of the Peaceman-Rachford ADI method for initial-boundary value problems.*
- NM-R8725 J.J.F.M. SCHLICHTING, H.A. VAN DER VORST. *Solving bidiagonal systems of linear equations on the CDC CYBER 205.*
- NM-N8701 J.J. RUSCH. *Enkele resultaten met de schema's van Roe en Steger & Warming bij transsonne stromingen in een MG/eindige-volume methode.*
- NM-N8702 B.P. SOMMEIJER, W.H. HUNSDORFER, C.T.H. EVERAARS, P.J. VAN DER HOUWEN. *A numerical study of a 1D stationary semiconductor model.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- N1 J.G. BLOM, H. BRUNNER (1986). The numerical solution of nonlinear Volterra integral equations of the second kind by collocation and iterated collocation methods. *SIAM J. Sci. Stat. Comput.* 8, 806-830.
- N2 J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER (1987). On simple moving grid methods for one-dimensional evolutionary partial differential equations. *J. Comput. Phys.* To appear.
- N3 K. BURRAGE, W.H. HUNSDORFER (1987). The order of  $B$ -convergence of algebraically stable Runge-Kutta methods. *BIT* 27, 62-71.
- N4 P.W. HEMKER, G.M. JOHNSON (1987). Multigrid approaches to the Euler equations. S.F. MCCORMICK (ed.). *Multigrid methods*, SIAM, Frontiers in Appl. Math. Vol. 3.
- N5 P.J. VAN DER HOUWEN, F.W. WUBS (1987). The method of lines and exponential fitting. *Intern. J. Num. Meth. Engin.* 24, 557-567.
- N6 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER (1987). Explicit Runge-Kutta (-Nyström) methods with reduced phase errors for computing oscillating solutions. *SIAM J. Numer. Anal.* 24, 595-617.
- N7 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER (1987). Predictor-corrector methods for periodic second-order initial-value problems. *IMA J. Numer. Anal.* 7, 407-422.
- N8 W.H. HUNSDORFER (1987). A note on monotonicity of a Rosenbrock method. *J. of Comp. and Appl. Math.* 20, 267-273.
- N9 W.H. HUNSDORFER, M.N. SPIJKER (1987). On the algebraic equations in implicit Runge-Kutta methods. *SIAM J. Numer. Anal.* 24, 583-594.
- N10 J. KOK, D.T. WINTER, M.J. ERL, G.S. HODGSON (1987). Towards reliable computing. *Proc. ESPRIT 1987 Conference: Achievements and Impact.* North-Holland, 521-534.
- N11 B. KOREN, S.P. SPEKREIJSE (1987). Multigrid and defect correction for the efficient solution of the steady Euler equations. P. WESSELING (ed.). *Re-*

- search in *Numerical Fluid Dynamics (Proc. 25th Meeting of the Dutch Association for Numerical Fluid Dynamics)*, Vieweg Verlag.
- N12 M. LOUWER-NOOL (1987). Basic linear algebra subprograms (BLAS) on the CDC CYBER 205. *Parallel Computing* 4, 143-165.
- N13 H.J.J. TE RIELE (1987). On the sign of the difference  $\pi(x) - li(x)$ . *Math. Comp.* 48, 323-328.
- N14 J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER, W.H. HUNSDORFER (1987). Convergence and order reduction of Runge-Kutta schemes applied to evolutionary problems in partial differential equations. *Numer. Math.* 50, 405-418.
- N15 B.P. SOMMEIJER (1987). A note on a diagonally implicit Runge-Kutta-Nyström method. *J. Comp. Appl. Math.* 19, 395-399.
- N16 S.P. SPEKREIJSE (1987). Multigrid solution of monotone second-order discretizations of hyperbolic conservation laws. *Math. Comp.* 49, 135-155.
- N17 J.H.M. TEN THIJSE BOONKKAMP, J.G. VERWER (1987). On the odd-even hopscotch scheme for the numerical integration of time-dependent partial differential equations. *Appl. Num. Mathematics* 3, 183-193. (met Corrigendum op pp. 361-362; J.G. Blom is daarbij mede auteur).
- N18 J.H.M. TEN THIJSE BOONKKAMP (1987). The odd-even hopscotch pressure correction scheme for the incompressible Navier-Stokes equations. *SIAM J. Sci. Stat. Comput.* To appear (In verkorte vorm in de Proceedings van de Leuven-conferentie 1986, *JCAM* 20, 393-402).
- N19 F.W. WUBS (1987). Shallow-water flow computations by an explicit method on the CYBER 205. J.A. CUNGE, P. ACKERS (eds.). *Topics in Hydraulic Modelling (Proc. 22nd Congress of the Intern. Ass. for Hydraulic Research)*, Lausanne, 1987, 71-76.

#### Overige publikaties

- N20 W.M. LIOEN (1987). Multigrid methods for elliptic PDEs. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 181-198.
- N21 W.M. LIOEN, M. LOUWER-NOOL, H.J.J. TE RIELE (1987). Optimization of the real level 2 BLAS on the CYBER 205. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 199-212.
- N22 H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.) (1987). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam.
- N23 H.J.J. TE RIELE (1987). Numeriek rekenen op een PC. *Vacantiecursus 1987: De Personal Computer en de Wiskunde op School*, CWI Syllabus 14, CWI, Amsterdam, 59-80.
- N24 J. SCHLICHTING (1987). Double precision BLAS on the CYBER 205. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 229-250.
- N25 S.P. SPEKREIJSE (1987). *Multigrid Solution of the Steady Euler Equations*.

Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.

- N26 D.T. WINTER (1987). Efficient use of memory and I/O. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 145-150.
- N27 D.T. WINTER (1987). Scalar optimization. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 151-154.
- N28 F.W. WUBS (1987). An explicit shallow-water equations solver for use on the CYBER 205. H.J.J. TE RIELE, TH.J. DEKKER, H.A. VAN DER VORST (eds.). *Algorithms and Applications on Vector and Parallel Computers*, North-Holland, Amsterdam, 251-277.
- N29 F.W. WUBS (1987). *The Numerical Solution of the Shallow-Water Equations*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.

# Verslag van de Afdeling Programmatuur

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- AP 1 Concurrency
- AP 2 Formele specificatiemethoden
- AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen
- AP 5 Expertsystemen
- AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*AP 1 Concurrency.* Het onderzoek binnen het project concurrency viel uiteen in een aantal deelprojecten: werkzaamheden ten behoeve van ESPRIT-project 415 'Parallel Architectures and Languages for AIP: a VLSI directed approach', onderzoek binnen het SION-project 'Semantiek van functioneel programmeren en dataflow', vergelijkende studie van de wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency en semantiek voor parallel logisch programmeren. Organisatorisch was voorts de samenwerking binnen het Landelijk Project Concurrency (LPC), te weten met prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden) belangrijk voor AP 1.

*ESPRIT-project 415:* Aan de werkzaamheden van de binnen project 415 opererende werkgroep *Semantics and Proof Techniques* werd deelgenomen door J.W. de Bakker (voorzitter), F.S. de Boer, J.N. Kok en J.J.M.M. Rutten. De werkgroep hield gedurende het verslagjaar 4 driedaagse en 2 eendaagse bijeenkomsten. De voorzitter verzorgde de redactie van het door de werkgroep t.b.v. ESPRIT geproduceerde 'deliverable' terwijl J.J.M.M. Rutten verantwoordelijk

was voor het hierin opgenomen hoofdstuk 'A comparison of the ESPRIT 415 virtual machine levels'. De voorzitter was tevens lid van het Project Coordination Committee van het project; ook woonde hij een tweetal review-besprekingen bij.

J.W. de Bakker was, samen met prof.dr. P.C. Treleaven (University College, Londen), voorzitter van het programmacomité van PARLE, de door ESPRIT 415 georganiseerde conferentie *Parallel Architectures and Languages Europe*. Een ander gedeelte van het werk binnen project 415 werd verricht ten behoeve van subproject A (Philips) van het project. Dit betrof onderzoek van bewijstheorie en semantiek van de door Philips ontwikkelde taal POOL (Parallel Object Oriented Language).

(*bewijstheorie*). F.S. de Boer voltooide zijn onderzoek naar het probleem van de compositionaliteit in temporele logica m.b.t. de verificatie van distributieve systemen. Samen met P. America (Philips Research) verrichtte hij onderzoek op het gebied van de bewijstheorie van totale correctheid van recursieve procedures. Een verbeterde versie van een in de literatuur voorkomende onjuiste regel werd gegeven, en de volledigheid van het bewijssysteem met de nieuwe regel werd bewezen. Tenslotte ontwierp De Boer een bewijssysteem voor een programmeertaal met procescreatie, een versie van de taal POOL. Dit bewijssysteem is gebaseerd op een assertietaal waarin de topologie van een systeem beschreven wordt d.m.v. het pointermechanisme zoals dat voorkomt bijvoorbeeld in de taal PASCAL. Van dit bewijssysteem werden gezondheid en volledigheid bewezen.

(*semantiek POOL*). De in 1986 begonnen samenwerking tussen P. America (Philips Research) en J.J.M.M. Rutten aan het oplossen van reflexieve domeinvergelijkingen in een metrisch kader resulteerde in [CS-R8709]. J.J.M.M. Rutten hield hierover een voordracht tijdens de *Third Workshop on Mathematical Foundations of Programming Language Semantics*, New Orleans, 8-10 april, waarvan de proceedings begin 1988 worden verwacht.

Door J.N. Kok en J.J.M.M. Rutten werd gewerkt aan het probleem van het relateren van operationele en denotationele modellen. Dit resulteerde in [CS-R8755]; hierin werd een algemene methode voor de oplossing van dit probleem in een metrisch kader beschreven, waarin contracties centraal staan.

P. America en J.W. de Bakker voltooiden hun in 1986 aangevangen studie van de equivalentie van semantische modellen voor procescreatie, speciaal geïnspireerd door procescreatie in POOL. De resultaten werden vastgelegd in [CS-R8732], hetwelk tevens verscheen in de proceedings van de *Advanced School on Mathematical Models for the Semantics of Parallelism*.

Uitgaande van de bevindingen van [CS-R8755] is door J.J.M.M. Rutten, in gedeeltelijke samenwerking met P. America, J.W. de Bakker en J.N. Kok, gewerkt aan het geven van een equivalentiebewijs voor de operationele en denotationele semantiek van (de centrale concepten uit) POOL. In het bijzonder werd de combinatie van procescreatie en boodschapverzending leidend tot methode-aanroep behandeld. Het in 1986 verschenen artikel (CS-R8626), waarin een denotationele semantiek voor POOL werd gegeven, is inmiddels



geaccepteerd voor publikatie in *Information and Computation*.

*Semantiek van functioneel programmeren en dataflow.* In 1987 is in het kader van het Landelijk Project Concurrency (LPC) gewerkt aan de semantiek van dataflow en functioneel programmeren. Een dataflownet bestaat uit knopen (die de berekeningen uitvoeren) en uit verbindingen tussen de knopen. Over deze verbindingen kunnen boodschappen (tokens) verstuurd worden. Het specifieke van een dataflownet is dat de berekeningen data gestuurd zijn. Men kan de semantiek van een dataflownet beschrijven met een functie die gegeven een input stroom van tokens een verzameling van mogelijke output stromen geeft. Door het mogelijk non-deterministische gedrag van een knoop is er een verzameling van mogelijkheden. Dit is echter in het algemeen geen compositionele semantiek: de betekenis van een net is niet uit te drukken in de betekenissen van deelnetten. Het model bevat te weinig informatie om compositioneel te zijn. Er is in 1987 een model ontwikkeld dat compositioneel is. Tevens bleek dit het 'kleinste' model te zijn dat deze eigenschap heeft. In dit model is echter vertraging over verbindingen expliciet aanwezig. Een studie is gemaakt naar deelklassen van (non-deterministische) dataflownetten waarbij eventuele vertraging geen invloed heeft op de eindresultaten. Een klasse van dit soort netten (netten met eindige keuzeknoppen) blijkt een aantal interessante eigenschappen te hebben.

*Wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency.* J.J.M.M. Rutten en J.I. Zucker (SUNY at Buffalo) vervolgden hun studie van het probleem van 'fairness'. In [CS-R8759] doen zij verslag van een zogenaamde 'fairificatie'-strategie, waarmee uit de beschrijving van mogelijke scenario's de 'faire' exemplaren kunnen worden geselecteerd.

J.W. de Bakker en J.-J.Ch. Meyer gaven een samenvattend overzicht van de rol van metrische structuren in de semantiek van concurrency, met in het bijzonder aandacht voor vergelijkende semantiek, in het rapport 'Metric Semantics for Concurrency', hetwelk begin 1988 verschijnt.

Rapport CS-R8512 verscheen in *Theoretical Computer Science*, en CS-R8638 in *Acta Informatica*. Verder werd rapport CS-R8601 geaccepteerd voor publikatie in het *Journal of Computer and System Sciences*.

*Semantiek voor parallel logisch programmeren.* Uit onderzoek van J.N. Kok bleek dat het mogelijk is om met De Bakker-Zucker-processen een compositionele semantiek van Concurrent Prolog te geven. Concurrent Prolog is een familie van talen, welke parallelle uitbreidingen van de in principe sequentiële taal Prolog bevatten. Door toevoegingen van read-only variabelen en commit operatoren is de semantiek van Concurrent Prolog niet als een eenvoudige uitbreiding van standaard semantieken voor logische programmeertalen op te vatten. Het ontwikkelde topologische (metrisch) model vertoont eerder overeenkomsten met modellen ontwikkeld voor parallelle imperatieve talen zoals CSP en ADA.

J.W. de Bakker maakte een begin met een systematische analyse van 'control

flow in logic programming without logic'. Hierin worden die programmeerconcepten die eerder imperatief dan logisch zijn, zoals backtracking, 'cut', niet-determinisme, parallelle executie en 'commit' op een gelijksoortige manier van operationele en denotationele semantiek voorzien. Voorts werd op een uniforme wijze de equivalentie van beide modellen vastgesteld.

*AP 2 Formele specificatiemethoden.* Dit project werkte gedurende het verslagjaar in het kader van de volgende vier taken:

- (a) ESPRIT-project nr. 432 METEOR (A Formal Approach to Industrial Software Development);
- (b) ESPRIT-project nr. 1283 VIP (VDM specification for the interface of the PCTE, Portable Common Tool Environment);
- (c) de specificatietaal ASF, in samenwerking met AP 3 (ESPRIT-project GIPE);
- (d) bijdrage aan de PAO-cursus *Moderne technieken in software engineering* en de PAO-cursus *Protocolverificatie*. Deze cursussen worden in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam gegeven.

Formele methoden vormen een onderwerp dat zich binnen de informatica in een blijvende belangstelling mag verheugen. Hoewel van systematische industriële toepassing van formele methoden nog niet zozeer sprake is, wordt het belang van de ontwikkeling van zulke methoden toch vanuit brede kring naar voren gebracht. Het onderzoek in AP 2 is fundamenteel en wiskundig georiënteerd. Thematisch wordt gewerkt aan: (1) procesalgebra, (2) term-herschrijfsystemen, (3) module-algebra, (4) de specificatietaal ASF.

Ad (1), procesalgebra.

(i) Specificatie en verificatie. De ten aanzien van specificatie in theoretisch opzicht universele rol van het axiomasysteem ACP met abstractie werd beschreven in [CS-R8725]. Het werk aan *protocolverificatie en -specificatie* werd voortgezet en uitgewerkt tot onderwijsmateriaal, in een nog te verschijnen nederlandsstalige monografie (F.W. Vaandrager) en in materiaal voor de PAO-cursus *Protocolverificatie*. Verder werd ervaring opgedaan in [CS-R8747], [CS-R8734] en [CS-R8729] met het correct bewijzen (verifiëren) van *systolische algoritmen* zoals een palindroom herkenner.

(ii) 'Comparative concurrency semantics'. Dit is het kader waarin gepoogd wordt verbanden te leggen tussen diverse gangbare processemantiek; in het onderhavige project gebeurt dit uitgaande van het procesalgebra raamwerk. Zo werd een studie gemaakt van Petri-net modellen voor procesalgebra-axiomatiseringen, die de vraagstelling van 'interleaving semantics' versus 'true concurrency semantics' verheldert. Kernvragen hierbij zijn: kan procesalgebra (zoals ACP en uitbreidingen) gebruikt worden om real-time concurrente systemen te specificeren, en is het mogelijk in 'non-interleaving semantics' algebraïsche systeemverificaties uit te voeren? Deze studie is reeds in een conferentie-proceedings gepubliceerd (R.J. van Glabbeek, F.W. Vaandrager, zie Publikaties), en zal in uitgebreide versie als CWI-rapport verschijnen. In [CS-R8748] is het verband geanalyseerd tussen twee bekende

processemantieken: Hoare's *failure-semantiek* en Milner's *bisimulatie-semantiek*, voor eindige processen, in het kader van procesalgebra. Geconcludeerd kon worden dat beide semantieken zich op natuurlijke wijze laten beschrijven in een algebraïsch kader en dat daardoor de onderlinge relaties een overzichtelijke vorm krijgen (homomorfismen tussen algebra's, corresponderend met uitbreidingen van stelsels axioma's). In [CS-R8733] werden relaties uitgewerkt tussen projectieve modellen voor procesalgebra, grafen-modellen, en procesmodellen van De Bakker en Zucker verkregen door metrische completering.

(iii) Theoretische aspecten van procesaxiomatiseringen. In [CS-R8701], [CS-R8716] en [CS-R8721] werden 'ontwerpaspecten' binnen de procesalgebra zelf bestudeerd. Met name werd onderzocht wat de consequenties zijn van het toevoegen van een constante voor het 'lege' proces en werd een variant van Milner's onzichtbare actie bestudeerd, een en ander met het doel om zowel processpecificatie als -verificatie meer flexibel te maken.

Ad (2), Termherschrijfsystemen.

In het tutorial [CS-N8701] werd een eerste opzet gemaakt van een nog te voltooien hoofdstuk over Termherschrijfsystemen voor het aanstaande *Handbook of Logic in Computer Science*. Met J.A. Bergstra werd een nederlandstalige inleiding geschreven betreffende de algebraïsche semantiek van semi-complete termherschrijfsystemen in de serie Kluwer Programmatuurkunde. In [CS-R8730] werd een eenvoudiger opzet gegeven van de theorie van sterk sequentiële termherschrijfsystemen van G. Huet en J.-J. Lévy (INRIA). Verder werd met R.C. de Vrijer (Universiteit van Amsterdam) een open probleem in de lambda calculus uitgebreid met surjectieve paring opgelost (uniciteit van normaalvormen).

Ad (3), (4).

Bij deze thema's wordt samengewerkt met project AP 3; zie voor rapportage over dit werk het verslag van AP 3.

Het merendeel van boven beschreven werk gebeurde onder contract van ESPRIT-project 432, Meteor. Een veel kleinere deelname (1, 2 fte) vanuit AP 2 vond plaats in het kader van ESPRIT-project 1283, VIP. Hierin wordt samengewerkt met het Britse software-bedrijf Praxis, met DNL, met Océ en met de Universiteit van Leicester. In dit project wordt een formele specificatie, gebaseerd op VDM (Vienna Development Method), gegeven van de interface van de PCTE (Portable Common Tool Environment), een Unix-achtige netwerkomgeving bedoeld voor software engineering projecten.

*AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen.* Een precieze beschrijving van het eerder in het project ontwikkelde algebraïsch specificatieformalisme ASF verscheen als [CS-R8705]. Tevens werd een ASF-compiler in Prolog geschreven en voor distributie geschikt gemaakt. De compiler controleert eerst de statische correctheid van de aangeboden ASF-specificatie, verwijdert vervolgens de modulaire structuur uit de specificatie en compileert het resulterende module naar een termherschrijfsysteem in Prolog. Dit laatste kan

alleen plaatsvinden als de oorspronkelijke specificatie aan zekere voorwaarden voldoet.

Het in de compiler toegepast vertaalschema heeft tenminste drie beperkingen.

- (1) Separate compilatie van modules is niet mogelijk. Dientengevolge is het compilatieproces zelf vaak onnodig inefficiënt.
- (2) De efficiëntie van de gegenereerde Prolog-code laat in vele gevallen eveneens te wensen over. Deze kan verbeterd worden door óf andere Prolog-code te genereren óf een andere taal dan Prolog als objecttaal te nemen.
- (3) Een vaak al te letterlijke interpretatie in termen van herschrijfgeregels leidt eveneens tot onnodig inefficiënte object-code.

Alle drie genoemde punten werden onderzocht. Hierover zal in 1988 worden gerapporteerd.

Een eerste voorbeeldspecificatie in een combinatie van ASF en het syntaxdefinitieformalisme SDF werd voltooid [CS-R8737]. Een eerste (niet-incrementele) implementatie van SDF werd beschreven in [CS-R8712]. Specificaties in ASF/SDF bestaan uit een verzameling modules die hun eigen syntax definiëren. Het syntaxgestuurd ontwikkelen van dergelijke specificaties is moeilijk, omdat de in een module geldende taal niet van te voren vast staat, maar in het module zelf en in geïmporteerde modules gedefinieerd wordt. Een syntaxgestuurde editor voor ASF/SDF dient daarom niet alleen een universeel karakter te hebben, maar vereist ook een *incrementele* lexicale-scanner- en parsergenerator. Deze werden ontwikkeld volgens een (voor zover bekend) nieuw principe [CS-R8749], waarbij is uitgegaan van *luie* generatoren die niet in één keer het volledige programma (scanner, parser) genereren, maar slechts dat gedeelte van het programma dat onmiddellijk nodig is. Zowel een *luie/incrementele* scanner-generator als een *luie/incrementele* parsergenerator werden voltooid en geïntegreerd met een prototype van een universele syntaxgestuurde editor. Een eerste beschrijving van deze laatste is te vinden in *Sixth Review Report GIPE Project*, december 1987. De scanner-generator werd beschreven in [CS-R8761]. Over de parsergenerator zal in 1988 worden gerapporteerd.

Het onderzoek op het gebied van Module Algebra dat in samenwerking met AP 2 plaatsvindt, heeft in het verslagjaar grotendeels stilgelegen, maar zal op korte termijn worden hervat.

Met Addison-Wesley werd een contract gesloten voor een onder redactie van J.A. Bergstra (Universiteit van Amsterdam), J. Heering en P. Klint te publiceren boek over algebraïsche specificaties. Bijdragen worden geleverd door J.A. Bergstra, W. Bouma en H.R. Walters (allen Universiteit van Amsterdam) zowel als door leden van AP 3. Het grootste deel van het vereiste werk is in het verslagjaar verricht.

[Tc1a]	$[S]_{[D]} = true$	$[begin\ D\ S\ end] = true$
[Tc1b]	$[S]_{[D]} \neq true$	$[begin\ D\ S\ end] = false$
[Tc2]	$[declare\ Id : Type, Id-type-list ;] =$ $(Id : Type) \oplus [declare\ Id-type-list ;]$	
[Tc3]	$[declare\ ;] = empty-tenv$	
[Tc4]	$[Stat]_E = true, [Stat-list]_E = true$	$[Stat ; Stat-list]_E = true$
[Tc5]	$[]_E = true$	
[Tc6]	$compatible([Id]_E, [Exp]_E) = true$	
[Tc7]	$[Exp]_E = natural, [S_1]_E = true, [S_2]_E = true$	$[if\ Exp\ then\ S_1\ else\ S_2\ fi]_E = true$
[Tc8]	$[Exp]_E = natural, [S]_E = true$	$[while\ Exp\ do\ S\ od]_E = true$
[Tc9]	$[Exp_1]_E = natural, [Exp_2]_E = natural$	$[Exp_1 + Exp_2]_E = natural$
[Tc10]	$[Exp_1]_E = natural, [Exp_2]_E = natural$	$[Exp_1 - Exp_2]_E = natural$
[Tc11]	$[Exp_1]_E = string, [Exp_2]_E = string$	$[Exp_1 \parallel Exp_2]_E = string$
[Tc12]	$[Nat-con]_E = natural$	
[Tc13]	$[Str-con]_E = string$	
[Tc14]	$[Id]_E = lookup\ Id\ in\ E$	

*Algebraïsche specificatie in ASF/SDF van de typechecking regels voor een eenvoudige programmeertaal.*

*AP 5 Expertsystemen.* Het merendeel van het werk vond plaats in het kader van het door Philips Research Laboratorium geleide SPIN-project PRISMA dat in oktober 1986 van start ging. In dit jaar werd in het kader van PRISMA deelgenomen aan twee vierdaagse general meetings, aan enkele werkgroepen en werden twee deliverables opgeleverd. Een nieuw onderwerp van studie was de representatie en manipulatie van onzekere informatie in expertsystemen. De samenwerking met de EU Rotterdam met betrekking tot de validering van kennisbanken werd gecontinueerd.

*PRISMA-project.* Teneinde een beslissing te kunnen nemen over de toegepaste vorm van kennisrepresentatie in het PRISMA expertsysteem werd studie verricht naar de semantiek van produktieregels met een object-attribuut-waarde representatie. Een uitgangspunt hierbij was de expert system shell Delfi-2 en met behulp van Delfi-2 ontwikkelde kennisbanken. Er werd vastgesteld dat een groot deel van de kennis in een typische kennisbank van Delfi-2 zich laat herformuleren naar veelsoortige predikatenlogica. Hierdoor kan dat deel van de kennisbank opgevat worden als een logische theorie met een semantiek in de zin van Tarski [CS-R8736]. Voor veelsoortige predikatenlogica zijn inferentie-algoritmen bekend die gezond en compleet zijn, zodat het onder bepaalde voorwaarden mogelijk is de consistentie van een kennisbank mechanisch te verifiëren. In een tweede studie werd, uitgaande van een in POOL geïmplementeerd expertsysteem, een beschrijving gegeven van een semantiek van produktieregels en van een door directieven bestuurd produktieregelinterpretator. Hierover zal in 1988 een rapport verschijnen. Als resultaat van de bovengenoemde studies werd een syntactisch beperkte vorm van veelsoortige predikatenlogica als basis voor kennisrepresentatie in het PRISMA expertsysteem gekozen, ter vervanging van het semantisch minder heldere produktieregelformalisme. Er wordt in PROLOG een prototype expertsysteem ontwikkeld om inzicht te verwerven in de praktische bruikbaarheid van het formalisme alvorens over te gaan tot de implementatie in POOL.

Een eerder in POOL ontwikkeld expertsysteem werd door M.A.C. Heerink en J. van Elst (stagiairs HIO 'de Maere' te Enschede) uitgebreid door het toevoegen van parallellisme aan het gebruikte inferentie-algoritme. Hiertoe werd een protocol voor communicatie tussen inferentie-processen opgesteld. Door M.C.L. Kempenaar (stagiair Universiteit van Amsterdam) werd onderzocht of het opnemen van informatie over de afhankelijkheden tussen delen van een kennisbank een aanknopingspunt kan vormen voor parallele inferentie. Dit stage-onderzoek is nog niet afgerond.

*Plausible reasoning.* Aangevangen werd met een studie van de representatie en manipulatie van onzekere kennis in expertsystemen. Er werd een algemeen toepasbaar inferentie-netwerkmodel opgesteld met behulp waarvan de propagatie van onzekerheid beschreven kan worden [CS-R8757]. Het in expertsystemen frequent toegepaste certainty-factor model van Shortliffe en Buchanan werd op zijn geldigheid, gezien vanuit de waarschijnlijkheidsrekening, onderzocht. De belangrijkste afwijkingen van dit model ten opzichte van de waarschijnlijkheidsrekening werden in kaart gebracht. Over dit onderzoek zal in 1988 een rapport verschijnen.

*Validering van expertsystemen.* In samenwerking met R.W. Segaar (Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg, EU Rotterdam) en A.R. Janssens (AZL, RU Leiden) werd een met Delfi-2 ontwikkelde kennisbank met de naam Hepar op zijn diagnostische capaciteiten onderzocht met behulp van een bestand met 100 patiëntengegevens. In ongeveer 80% van de gevallen stelde het systeem een juiste diagnose, hetgeen vergeleken met andere bekende diagnostische

methodieken op het betreffende terrein een bevredigend resultaat is. Het aantal gegevens waarover beschikt kon worden was echter te klein om statistisch verantwoorde conclusies te mogen trekken.

*AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie.* Het werk in 1987 was vooral gericht op het gebied van theorie en toepassingen van logisch programmeren. K.R. Apt heeft zijn overzichtsartikel voltooid [CS-R8741], dat een systematische inleiding tot het gebied vormt. In dit artikel zijn er behalve bekende resultaten ook nieuwe bewijzen van oude resultaten en nieuwe resultaten van de auteur gepresenteerd.

Voorts heeft K.R. Apt samen met J.M. Pugin (Bull Research Center, Louveciennes, Frankrijk) gewerkt aan een voorstel voor een 'interactive knowledge based system' dat non-monotone redenering ondersteunt en dat op deductieve databases is gebaseerd. Dit voorstel kan een basis vormen voor een 'decision support' systeem en kan gebruikt worden voor 'interactive problem solving'. Deze bijdrage werd oorspronkelijk op de conferentie *Principles of Database Systems* in San Diego, USA gepresenteerd en werd vervolgens tot een volledige versie uitgebreid die als een rapport is verschenen [CS-R8760].

Verder heeft Apt ook gewerkt op het gebied van gedistribueerde systemen. In zijn artikel [CS-R8735] geschreven met L. Bougé (Ecole Normale, Parijs, Frankrijk) en Ph. Clermont (ETCA, Arcueil, Frankrijk) werd een equivalentieprobleem van CSP (versie 1978)-programma's bestudeerd. Er werd bewezen dat er twee 'normale vormen' voor CSP-programma's bestaan.

R.N. Bol begon zijn werkzaamheden met het bestuderen van de theorie van logisch programmeren en verschillende vormen van non-monotone redeningen. Tevens assisteerde hij bij een college van prof.dr. J.W. Klop en dr. J.-J.Ch. Meyer over Toegepaste Logica op de VU Amsterdam.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Colloquia*

*Informatica-Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

### *Cursussen*

*PAO-cursus Moderne Technieken in Software Engineering.* Deze cursus, in het kader van Postacademisch Onderwijs Informatica, werd tweemaal gegeven: de eerste keer op 4, 5, 18, 19 juni; de tweede keer op 3, 4, 17, 18 december, steeds voor 25 deelnemers. In de cursus werd aandacht geschonken aan een aantal algemeen toepasbare technieken in de praktijk van programmatuurontwikkeling om op economische en betrouwbare wijze omvangrijke systemen te construeren en aan (wiskundig getinte) theoretische achtergronden waarop deze methoden en technieken kunnen worden gebaseerd. Docenten waren J.C.M. Baeten (Universiteit van Amsterdam), M.M. Fokkinga (Universiteit Twente), N.W.P. van Diepen, J. Heering, P.R.H. Hendriks, P. Klint, J.W. Klop en J.C.

van Vliet (Vrije Universiteit/Open Universiteit).

*PAO-cursus Algebraïsche Specificaties.* Deze cursus werd eenmaal gegeven, op 6, 7 oktober, voor 22 deelnemers. In deze cursus werd een inleiding gegeven in het gebruik van algebraïsche specificaties voor het specificeren van software. Docenten waren W. Bouma, S. Mauw, F. Wiedijk, P. Walters (allen Universiteit van Amsterdam), J.A. Berstra (RU Utrecht, Universiteit van Amsterdam), P.R.H. Hendriks, V.J. de Jong (RU Groningen), P. Klint.

*PAO-cursus LISP.* Deze cursus werd eenmaal gegeven, op 15, 16 juni, voor 20 deelnemers. Docenten waren: J. Vrancken, R.C. de Vrijer, W.E. van Waning, P. Walters (allen Universiteit van Amsterdam), L. Siklóssy (VU Amsterdam), H. Mulder, P.J.F. Lucas.

*PAO-cursus Protocolverificatie.* Deze cursus werd eenmaal gegeven, op 26, 27 oktober, voor 15 deelnemers. In deze cursus is een inleiding gegeven in het hanteren van met name procesalgebra voor de verificatie van o.a. communicatieprotocollen. Docenten waren: J.C.M. Baeten, S. Mauw (beiden Universiteit van Amsterdam), W.P. Weijland, F.W. Vaandrager, J.A. Bergstra (RU Utrecht, Universiteit van Amsterdam), F.A. Stomp (KU Nijmegen).

*PAO-cursus Prolog.* Deze cursus werd tweemaal gegeven: de eerste keer op 15, 16 juli; de tweede keer op 20, 21 oktober voor 24 deelnemers. In deze cursus werd aandacht besteed aan de basisprincipes van Prolog, de belangrijkste programmeertechnieken en enkele toepassingen van de taal. Bij de voorbereiding van deze cursus heeft L.C. van der Gaag een belangrijke rol gespeeld. De cursus werd gegeven in de vorm van een reeks voordrachten en een practicum. Docenten waren P.M.G. Apers (Universiteit Twente), L.G. Bouma, W.E. van Waning (allen Universiteit van Amsterdam), L.C. van der Gaag, M.L. Kersten, P. Klint en P.J.F. Lucas (allen CWI). Het practicum werd begeleid door L.C. van der Gaag, H.W. Lenferink, P.J.F. Lucas, J.C. Mulder en M. Teunisse.

*PAO-cursus Kunstmatige Intelligentie.* In samenwerking met de Universiteit van Amsterdam werd op 5, 6, 9, 10, 11 november een cursus Kunstmatige Intelligentie gegeven. Het aantal deelnemers was 25. Onderwerpen die in de cursus aan bod kwamen waren methoden voor kennisrepresentatie en automatisch redeneren, diverse toepassingen, waaronder expertsystemen, robotica, natuurlijke-taal verwerking, en de historische, filosofische en psychologische achtergronden van het vakgebied. Van het CWI waren L.C. van der Gaag, M. Bezem en P.J.F. Lucas als docent bij de cursus betrokken.

*Caput Programmatuur 2, Protocolverificatie.* Dit college aan de Universiteit van Amsterdam werd in het voorjaarssemester gegeven door F.W. Vaandrager.



*Werkgroepen*

*Landelijk Project Concurrency.* Het door SION gesteunde Landelijk Project Concurrency (LPC) stond onder leiding van J.W. de Bakker, prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden). Naast een drietal promotie-onderzoeken (zie verslag van AP 1 voor wat betreft het bij het CWI gelokaliseerde gedeelte) vinden onder auspiciën van het LPC een aantal educatieve en organisatorische activiteiten plaats.

*Concurrencydagen*

In het voorjaar werden de volgende voordrachten gehouden aan de TU Eindhoven:

- P. Wolper (Université de Liège): An automata-theoretic approach to automatic program verification, 30 januari.
- P. America (Philips Research, Eindhoven): A proof system for a sequential version of POOL, 30 januari.
- G. LeLann (INRIA): Real-time distributed concepts and practice, 27 februari.
- G. Burn (GEC): Abstract interpretation and the parallel evaluation of functional programs, 27 februari.
- D. Janssens (UI Antwerpen): Graph grammatical models for actor systems, 20 maart.
- E.P. de Vink (VU Amsterdam): Compactness in the Smyth powerdomain of streams, 20 maart.
- M. Nielsen (Aarhus University): CCSP and net theory - two paradigms for concurrent computation and their integration, 22 mei.
- J. Billington (tijd. Univ. of Cambridge): Application of nets to protocol engineering, 22 mei.

In het najaar werden de volgende voordrachten gehouden op het CWI:

- M.C.B. Hennessy (Univ. of Sussex): Nondeterministic operators and concurrency, 25 september.
- J.L.A. van der Snepscheut (RU Groningen): Chandy en Misra's bewijssysteem UNITY, 25 september.
- E.C.R. Hehner (Univ. of Toronto, tijd. Grenoble): Predicative approaches to programming with concurrency.
- J.-J.Ch. Meyer (VU Amsterdam): Kennislogica's voor gedistribueerde systemen, 23 oktober.
- H.J. Genrich (GMD, Bonn): Higher-level Petri nets, 20 november.
- F.J. van der Linden (Philips Research, Eindhoven): Programmeren in POOL, 20 november.
- C. Huizing (TU Eindhoven): A compositional semantics for statecharts, 20 november.

- D. Kozen (Cornell University): Duality of predicate transformers and power domains, 11 december.  
 R. Gerth (TU Eindhoven): Fully abstract denotational semantics for concurrent prolog, 11 december.

*Tweedaags Seminarium te Londen*

Op 14 en 15 mei werd door de Formal Aspects of Computer Science Specialist Group van de British Computer Society een tweedaags seminarium te Londen georganiseerd, gewijd aan een presentatie van het Landelijk Project Concurrency. Het programma luidde als volgt:

- G. Rozenberg (RU Leiden): Processes in trace systems, 14 mei.  
 I.J.J. Aalbersberg (Philips Research, Eindhoven): Theory of traces, 14 mei.  
 N.W. Keesmaat (RU Leiden): Vector synchronized systems and other generalisations of path expressions, 14 mei.  
 J.W. de Bakker (CWI): Semantics of process creation, 14 mei.  
 J.-J.Ch. Meyer (VU Amsterdam): Compactness of Smyth power domain of streams, 14 mei.  
 J.N. Kok (CWI): A fully abstract semantics for data flow nets, 14 mei.  
 W.P. de Roever (TU Eindhoven): Compositional proof theory of concurrent processes, 15 mei.  
 R.L.C. Koymans (Philips Research, Eindhoven): Specifying message passing systems without extending temporal logic, 15 mei.  
 R. Gerth (TU Eindhoven): A timed failures model for extended communicating processes, 15 mei.  
 J. Zwiers (Philips Research, Eindhoven): Compositionality, concurrency and partial correctness, 15 mei.  
 P. America (Philips Research, Eindhoven): Proof theory for object oriented languages.

*C<sup>3</sup>/LPC workshop te Toulouse*

Op 5 en 6 november werd te Toulouse de NL-F Workshop *Rencontre Franco-Hollandaise-C<sup>3</sup>/LPC* gehouden, bij het Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes du C.N.R.S.

Het Programma luidde als volgt:

- G. Boudol, I. Castellani (INRIA, Sophia Antipolis): True concurrency and atomicity, 5 november.  
 J.J.M.M. Rutten (CWI): Contractions in comparing concurrency semantics, 5 november.  
 B. Berthomieu (LAAS, Toulouse): LCS, an implementation of CCS, 5 november.  
 J. Hooman (TU Eindhoven): A compositional proof system for an OCCAM-like real-time language, 5 november.

- G. Berry, G. Gonthier (INRIA, Sophia Antipolis): Semantics of synchrony, 5 november.
- D. Geniet (LRI, Orsay): Measure of the degree of parallelism, 6 november.
- P. America (Philips Research, Eindhoven): Proof theory for object oriented languages, 6 november.
- A. Arnold (Univ. de Bordeaux): Proofs and automata, 6 november.
- F.S. de Boer (CWI): Compositionality in temporal logic, 6 november.
- J.M. Helary, M. Raynal (IRISA, Rennes): Distributed detection of a class of stable properties.

Door de Nationale Faciliteit Informatica werden fondsen beschikbaar gesteld om prof.dr. E.A. Emerson (Austin, Texas) als gasthoogleraar bij LPC (gedetacheerd aan de TU Eindhoven) te laten verblijven (juni tot augustus). Door de NFI werd ook financiële steun verleend ten behoeve van deelname van LPC-onderzoekers aan de bovengenoemde bijeenkomsten te Londen en Toulouse, en aan de PARLE-conferentie. Vanuit LPC werd bijgedragen aan programma en organisatie van deze *PARLE* (Parallel Architectures and Languages Europe) conferentie, die plaats vond in Veldhoven, 15-19 juni. De proceedings van PARLE verschenen als Lecture Notes in Computer Science, deel 258: Parallel Architectures, 479 pp; deel 259: Parallel Languages, 463 pp, uitgegeven door Springer.

*Rewriting Day.* Op 1 december werd een symposium over 'graph grammars' gehouden in Utrecht, onder auspiciën van de Werkgemeenschap Theoretische Informatica (WTI). Programma en organisatie werden verzorgd door H.P. Barendregt (KU Nijmegen), G. Rozenberg (RU Leiden) en J.W. Klop (CWI, AP 2). Administratie, verzending convocaten e.d. werden verzorgd door het CWI. Het programma luidde:

- G. Rozenberg (RU Leiden): Graph grammars: a tutorial.
- J. Engelfriet (RU Leiden): Boundary graph grammars and linear graph grammars.
- J.W. Klop (CWI/VU Amsterdam): Term rewriting: a tutorial.
- J.C.M. Baeten (Universiteit van Amsterdam): Term rewriting systems with priorities.
- H.P. Barendregt (KU Nijmegen): Graph reductions: a tutorial.
- M.J. Plasmeijer (KU Nijmegen): Graph rewriting systems as a base for programming languages.

*Process Algebra Meeting.* Wekelijks bijeenkomende werkgroep. Plaats: CWI. Naast presentatie en bespreking van eigen werk werden ook sprekers van buiten uitgenodigd.

*REX School/Workshop Linear Time, Branching Time and Partial Order in Logics and Models for Concurrency.* Onder auspiciën van het NFI-project REX

— Research and Education in Concurrent Systems — werd een aanvang gemaakt met de organisatie van een School/Workshop gewijd aan bovengenoemde thematiek, te houden 30 mei-3 juni 1988, Noordwijkerhout. De drie projectleiders van het REX-project n.l. J.W. de Bakker, prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden) treden op als directeur. Het programmacomité bestaat uit M. Hennessy (Sussex), E.-R. Olderog (Kiel), A. Pnueli (Rehovot), J. Sifakis (Grenoble) en P.S. Thiagarajan (Madras). Zeven sprekers zullen inleidende voordrachten houden over centrale thema's in het betreffende gebied, terwijl vijftien onderzoekers zijn uitgenodigd voor het houden van een meer gespecialiseerde voordracht.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

Leden van de afdeling waren op velerlei wijze werkzaam ten behoeve van of in opdracht van nationale en internationale organisaties en instellingen, onder meer in bestuursfuncties, als lid van beoordelings- of programmacommissies of werkgroepen, of als redactielid of referee van internationale tijdschriften. Meer gegevens zijn te vinden in de overzichten betreffende commissies en besturen en van educatieve werkzaamheden. Van een greep uit de werkzaamheden wordt hieronder uitgebreider verslag gedaan.

#### *ESPRIT*

Een belangrijk gedeelte van het werk van de afdeling vond plaats in het kader van een viertal ESPRIT-projecten:

- (AP 1, AP 5) Parallel Architectures and Languages for AIP: a VLSI directed approach; hoofdaannemer Philips.
- (AP 2) METEOR: a Formal Approach to Industrial Software Development; hoofdaannemer Philips.
- (AP 2) VIP: VDM specification of the interface for the PCTE, portable common tool environment; hoofdaannemer Praxis Systems (UK).
- (AP 3) GIPE: Generating Interactive Programming Environments; hoofdaannemer SEMA (Frankrijk).

Voor bijzonderheden zij verwezen naar de verslagen van de betreffende projecten.

#### *PAO*

De afdeling was betrokken bij het Postacademisch Onderwijs (PAO) Informatica (Orgaan en programmacommissie). Voor de georganiseerde cursussen zij verwezen naar het overzicht van de educatieve werkzaamheden.

#### *SPIN/PRISMA*

In het kader van het Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek Nederland (SPIN) werd gewerkt aan het PRISMA: a Parallel Inference and Storage Machine Project. Dit project heeft als doel het realiseren van een parallelle machine ten behoeve van verwerking van gegevens- en kennisbestanden. Het

project wordt geleid door Philips Research (Eindhoven); participanten zijn de Universiteit Twente, het CWI (afdelingen Programmatuur, Algoritmiek en Architectuur), de Universiteit van Amsterdam, de RU Leiden en de RU Utrecht.

### *SION/LPC*

Voor een verslag van de participatie van de afdeling Programmatuur aan het door SION gesteunde Landelijk Project Concurrency zij verwezen naar het wetenschappelijk verslag van AP 1 en het verslag van de educatieve werkzaamheden.

### *NFI/REX*

Vorbereidingen werden getroffen voor een (inmiddels toegekend) in 1988 aan te vangen project, gesteund door de Nationale Faciliteit Informatica, gewijd aan Research and Education in Concurrent Systems (REX). In dit project wordt de thans lopende thematiek en samenwerking van het Landelijk Project Concurrency gecontinueerd.

### *EG-RACE*

Vorbereidingen werden getroffen voor een (inmiddels toegekend) in 1988 aan te vangen project gesteund door het RACE-programma van de Europese Gemeenschap, met als titel RACE SPECS. Hierbij treedt het CWI op als onderaannemer van het Dr. Neher Laboratorium.

## DEELNAME AAN COLLOQUIUA, CURSUSSEN EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Seminaria Programmaspecificaties en -transformaties* georganiseerd in het kader van de Nationale Faciliteit Informatica, Utrecht, 5-6 februari, 11-12 juni: N.W.P. van Diepen, P. Klint; 26-27 oktober, 17-18 december: N.W.P. van Diepen, P. Klint.

*Landelijk Project Concurrency, Concurrencydagen*, Leiden, 27 februari, 20 maart, 22 mei: J.W. de Bakker, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten; Amsterdam CWI, 25 september: J.W. de Bakker, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten; 20 november: J.W. de Bakker, J.N. Kok.

*Themagroep Expertsystemen*, KU Nijmegen, 16 maart: L.C. van der Gaag (voordracht).

*Vereniging voor Wijsbegeerte*, Den Haag, 24 maart: J. Heering (voordracht).

*Symposium Artificial Intelligence*, Universiteit van Amsterdam, 8 april: K.R. Apt (voordracht).

*Werkbezoek RU Groningen*, Groningen, 13 april: J.W. de Bakker (voordracht).

*Symposium Computer Aided Software Engineering*, Haagse Hogeschool, Den Haag, 9 oktober: P. Klint (voordracht).

*Symposium Afscheid L.A.M. Verbeek*, Universiteit Twente, 16 oktober: J.W. de Bakker.

*Werkgroep Conceptuele en Logische Aspecten van Expertsystemen*, Universiteit van Amsterdam, 23 november: M. Bezem (voordracht), L.C. van der Gaag (voordracht).

DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Handbook of Logic in Computer Science*, Bijeenkomst auteurs, Abingdon, UK, 30 januari-1 februari, 7 maart: J.W. Klop.

*ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam, 11 februari: J.W. Klop (voordracht), 11-13 februari: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht), J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten; 29-30 april, Mierlo: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten; 25-27 mei, München; 9-11 september, Parijs: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten (voordracht); 28-29 oktober, Mierlo; 9-11 december, Hamburg: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten.

*ESPRIT GIPE Project Review Meeting*, Amsterdam, 12 februari: N.W.P. van Diepen, J. Heering (voordracht), P.R.H. Hendriks (voordracht), P. Klint (voordracht).

*ESPRIT VIP Project Workshop*, Den Haag, 18-20 februari: H.J.M. Goeman, F.W. Vaandrager, Bath, UK, 27-29 april: H.J.M. Goeman, J.C. Mulder.

*STACS 87*, Passau, BRD, 19-21 februari: R.J. van Glabbeek (voordracht).

*Werkbezoek aan dr. W. Zucker, Stollmann GmbH*, Hamburg, BRD, 20 februari: J.W. de Bakker.

*Werkbezoek VU Brussel*, België, 12 maart: J.W. de Bakker (voordracht).

*Symposium Principles of Database Systems*, San Diego, USA, 23-25 maart: K.R. Apt (voordracht).

*Werkbezoek Univ. of California*, San Diego, USA, 26 maart: K.R. Apt (voordracht).

*PRISMA Project General Meeting*, Veldhoven 23-26 maart: M. Bezem (voordracht), A. Eliëns (voordracht), P.J.F. Lucas; Mierlo, 28 september-1 oktober: M. Bezem (voordracht), A. Eliëns, P.J.F. Lucas (voordracht), J.M. Rukkers.

*Werkbezoek SUNY at Buffalo (dr. J.I. Zucker)*, Buffalo, USA, 3-7 april: J.J. M.M. Rutten.

*Third Workshop on the Mathematical Foundations of Programming Languages Semantics*, New Orleans, USA, 8-10 april: J.J.M.M. Rutten (voordracht).

*ESPRIT Project 415 General Meeting*, Mierlo, 26-29 april en 27-28 oktober, Mierlo: J.W. de Bakker (2x voordracht).

*Workshop LPC/BCS-Alvey*, Londen, UK, 14-15 mei: J.W. de Bakker (voordracht), J.N. Kok (voordracht).

*ESPRIT Project VIP Meeting met PCTE ontwerpers*, Londen, UK, 22 mei: H.J.M. Goeman, J.C. Mulder.

*International Conference on Logic Programming*, Melbourne, Australië, 25-30 mei: K.R. Apt.

*ESPRIT Project METEOR Workshop*, Passau, BRD, 9-11 juni: R.J. van

- Glabbeek (voordracht), J.C. Mulder, F.W. Vaandrager (voordracht).
- PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Conference*, Eindhoven, 15-19 juni: J.W. de Bakker (voorzitter), R.J. van Glabbeek, J.W. Klop (voordracht), J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten, F.W. Vaandrager (voordracht).
- ESPRIT Project VIP Review meeting*, Brussel, 23 juni: H.J.M. Goeman.
- ESPRIT Project VIP Meeting*, Amsterdam, 24-26 juni: H.J.M. Goeman, J.C. Mulder, F.W. Vaandrager, Bath, UK, 23-25 september: H.J.M. Goeman, Venlo, 7-8 december: H.J.M. Goeman, J.C. Mulder, F.W. Vaandrager.
- ASF Seminar*, (georganiseerd voor BSO door P.R.H. Hendriks, P. Klint en M.H. Logger) Utrecht, 25 juni: P.R.H. Hendriks (voordracht), P. Klint, M.H. Logger (voordracht).
- ESPRIT Project GIPE Plenary Meeting*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 29-30 juni: N.W.P. van Diepen, J. Heering (voordracht), P.R.H. Hendriks, P. Klint (voordracht), M.H. Logger (voordracht), J. Rekers (voordracht).
- ESPRIT Project 415 Review Meeting*, Veldhoven, 30 juni-1 juli, Best, 7-8 december: J.W. de Bakker (2x voordracht).
- Cours d'été*, Université de Lyon, Frankrijk, 6-10 juli: K.R. Apt (voordracht).
- ICALP 87*, Karlsruhe, BRD, 13-17 juli: R.J. van Glabbeek.
- Werkbezoek GMD*, St. Augustin, BRD, 20-21 juli: R.J. van Glabbeek.
- Werkbezoek EG*, Brussel, België (dr. G. Metakides), 23 juli: J.W. de Bakker.
- 10th International Joint Conference on AI*, Milaan, Italië, 23-29 augustus: M. Bezem, A. Eliëns, L.C. van der Gaag, P.J.F. Lucas.
- Belgian-Dutch Logic Colloquium*, Tilburg, 16-17 oktober: M. Bezem (voordracht), J.W. Klop (voordracht).
- ESPRIT Basic Research Workshop*, EG Brussel, België, 22-23 oktober: J.W. de Bakker.
- Werkbezoek INRIA*, Rocquencourt, Frankrijk, 26-28 oktober: J.W. Klop (voordracht).
- Year of Programming*, University of Texas at Austin, Institute on Formal Developments of Programs and Proofs, Texas at Austin, USA, 26-29 oktober: K.R. Apt.
- SION Congres Computing Science in the Netherlands*, Amsterdam, 2-3 november: N.W.P. van Diepen, P.R.H. Hendriks (voordracht), P. Klint (lid programmacomité), J. Rekers (voordracht).
- C<sup>3</sup>/LPC werkbezoek*, LAAS, Toulouse, Frankrijk, 5-6 november: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht), J.J.M.M. Rutten (voordracht).
- Distinguished Lecturer Series*, University of Maryland, USA, 6 november: K.R. Apt (voordracht).
- ESPRIT Project GIPE Technical meeting*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 17-20 november: P.R.H. Hendriks, P. Klint, M.H. Logger, J. Rekers.
- ESOP Program Committee Meeting*, Nancy, Frankrijk, 19 november: P. Klint.
- Rewriting Day*, Utrecht, 1 december: J.W. Klop (voordracht).
- ESPRIT Project METEOR Mini-conference*, Eindhoven, 9-11 december: J.C. Mulder, F.W. Vaandrager (voordracht).
- Conferentie Foundations of Software Technology and Computer Science 87*, Puna, India, 17-19 december: R.J. van Glabbeek (voordracht).

## BEZOEKERS

De afdeling werd onder meer bezocht door de volgende gasten. Indien één van hen een voordracht hield zijn titel en datum vermeld.

- M. O'Donnell (University of Chicago, USA), januari.  
 V. Pascual (INRIA, Sophia Antipolis, Frankrijk), 9-12 februari.  
 L. Rideau (INRIA, Sophia Antipolis, Frankrijk), 9-12 februari.  
 K.R. Apt (CNRS, Parijs, Frankrijk), 9-12 februari.  
 S. Bayerl (TU München, BRD), 11-13 februari.  
 M. Bellia (Univ. van Pisa, Italië), 11-13 februari.  
 P.G. Bosco (CSELT, Turijn, Italië), 11-13 februari.  
 G.L. Burn (GEC, Londen, UK), 11-13 februari.  
 R. Caferra (LIFIA, Grenoble, Frankrijk), 11-13 februari.  
 W. Damm (RWTH, Aachen, BRD), 11-13 februari.  
 P. Degano (Univ. van Pisa, Italië), 11-13 februari.  
 E. Glück-Hiltrop (Stollmann, Hamburg, BRD), 11-13 februari.  
 C. Palamidessi (Univ. van Pisa, Italië), 11-13 februari.  
 J.M. Pereira (LIFIA, Grenoble, Frankrijk), 11-13 februari.  
 P. Schäfer (AEG, Berlijn, BRD), 11-13 februari.  
 G. Schäffler (Stollmann, Hamburg, BRD), 11-13 februari.  
 Ph. Schnoebelen (LIFIA, Grenoble, Frankrijk), 11-13 februari.  
 M. Sievers (Stollmann, Hamburg, BRD), 11-13 februari.  
 P. Borras (INRIA, Rocquencourt, Frankrijk), 12 februari.  
 M. Chabrier (Univ. van Dijon, Frankrijk), 12 februari.  
 D. Clément (SEMA, Sophia Antipolis, Frankrijk), 12 februari.  
 G. Kahn (INRIA, Sophia Antipolis, Frankrijk), 12 februari.  
 B. Lang (INRIA, Rocquencourt, Frankrijk), 12 februari.  
 J. Metthey (CEC, Brussel, België), 12 februari.  
 J. Sidi (SEMA, Sophia Antipolis, Frankrijk), 12 februari.  
 G.L. Burn (GEC, Londen, UK), 26 februari.  
 H.A. Blain (Syracuse Univ., USA), 18-20 maart.  
 M. Bruynooghe (KU Leuven, België), 19-20 maart.  
 N. Sabadini (Univ. van Milaan, Italië), 26 maart.  
 O. Hanseth (Norwegian Comp. Center, Oslo, Noorwegen), 29 april.  
 B. Hauksson (Norwegian Comp. Center, Oslo, Noorwegen), 29 april.  
 R. Nossum (Norwegian Comp. Center, Oslo, Noorwegen), 29 april.

Irène Guessarian (LITP, Parijs), 23-25 juni: 1) Algebraic semantics and equational classes of interpretations: applications to an equational axiomatization of IF-THEN-ELSE; 2) Fixpoint techniques in semantics and data base theory.

- Y. Toyama (NTT, Tokyo, Japan), 6 juli.  
 A.K. Chandra (IBM, York Town Heights, USA), 10 juli: Theory of database queries.  
 S. Grumbach (INRIA, Rocquencourt, Frankrijk), 22-24 juli.  
 T. Flanagan (Logica, Cambridge University, UK), 31 juli.



- D. Leivant (Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, USA), 13 augustus: On-site computing and the descriptive characterization of computational complexity. J.I. Zucker (SUNY at Buffalo, USA), 19-31 augustus (werkbezoek AP 1). Ms. Kanchana Kanchanasut (Asian Inst. of Technology, Bangkok, Thailand), 24-28 augustus.
- G. Cousineau (Ecole Normale Supérieure, Parijs, Frankrijk), 28 augustus.
- M. Martelli (Univ. van Pisa, Italië), 28 augustus.
- M. Hennessy (Univ. of Sussex, Brighton, UK), 24-26 september: Nondeterministic operators and concurrency (in het kader van LPC).
- H.J. Genrich (GMD, Bonn, BRD), 20 november: Higher-Level Petri Nets (in het kader van LPC).
- D. Kozen (Cornell Univ., USA), 11 december: Duality of predicate transformers and powerdomains, (in het kader van LPC).
- In verband met ESPRIT project VIP meeting werd het CWI van 24-26 juni bezocht door de volgende personen:

- |               |  |
|---------------|--|
| D. Andrews    | (Leicester Univ., UK)                  |
| P. Berens     | (Océ)                                  |
| R. Blum       | (Océ)                                  |
| J. Bruijning  | (Universiteit van Amsterdam)           |
| S. Colwill    | (Praxis, Bath, UK)                     |
| J. Fienig     | (Dr. Neher Laboratorium, Leidschendam) |
| M. Jackson    | (Praxis, Bath, UK)                     |
| S. Jubb       | (Praxis, Bath, UK)                     |
| M. Kooij      | (Dr. Neher Laboratorium, Leidschendam) |
| K. Middelburg | (Dr. Neher Laboratorium, Leidschendam) |
| H. Oliver     | (Praxis, Bath, UK)                     |

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- K.R. Apt: Management of stratified databases viewed as a belief revision system. *Symposium Principles of Database Systems*, San Diego, USA, 23-25 maart.
- K.R. Apt: Non-monotonic reasoning in deductive databases. University of California at San Diego, USA, 26 maart.
- K.R. Apt: The challenge of commonsense reasoning. *Symposium Artificial Intelligence*, Universiteit van Amsterdam, 8 april.
- K.R. Apt: Non-monotone redenering en deductieve databases. *Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 7 mei.
- K.R. Apt: Non-monotone redenering en logisch programmeren. *Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 12 mei.
- K.R. Apt: Raisonement non-monotone et programmation logique. *Cours d'été*, Université de Lyon, Frankrijk, 6-10 juli.
- K.R. Apt: Clock synchronization. University of Texas at Austin, USA, 25 september.
- K.R. Apt: Management of stratified databases. MCC, Austin, 19 oktober.

- K.R. Apt: Logic programming and computability, University of El Paso, USA, 30 oktober.
- K.R. Apt: Negation in logic programming — an order emerging? University of Maryland, USA, 6 november.
- K.R. Apt: Management of stratified databases. University of Maryland, USA, 10 november.
- K.R. Apt: Fairness in parallel programs: the transformational approach. MCC, Austin, USA, 12 november.
- K.R. Apt: Stratification — two years after. CMU, Pittsburgh, USA, 19 november.
- K.R. Apt: Management of stratified databases. Rutgers University, New Brunswick, USA, 1 december.
- K.R. Apt: Stratification — two years after. University of Pennsylvania, USA, 15 december.
- K.R. Apt: Stratification — two years after. MIT, Cambridge, USA, 16 december.
- K.R. Apt: Stratification — two years after. IBM Research Center, Yorktown Heights, USA, 18 december.
- J.W. de Bakker: Het Landelijk Project Concurrency. VU Brussel, België, 12 maart.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. RU Groningen, 13 april.
- J.W. de Bakker: Progress Report WG Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415, General Meeting*, Mierlo, 27-30 april.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. *Workshop LPC/BCS-Alvey*, Londen, UK, 14-15 mei.
- J.W. de Bakker: Semantics of process creation. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, München, BRD, 26 mei.
- J.W. de Bakker: Progress Report on WG on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415, Review Meeting*, Veldhoven, 30 juni, 1 juli.
- J.W. de Bakker: Progress Report on WG on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415, General Meeting*, Mierlo, 26-29 oktober.
- J.W. de Bakker: Progress Report on WG on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT Project 415, Review Meeting*, Best, 7-8 december.
- M. Bezem: A parallel satisfiability tester in POOL. *PRISMA General Meeting*, Veldhoven, 23-26 maart.
- M. Bezem: Consistency and semantics of rule-based expert systems. *PRISMA General Meeting*, Mierlo, 28 september-1 oktober.
- M. Bezem: Ramsey versus Brouwer, an excursion into intuitions in infinite combinatorics. *Belgian-Dutch Logic Colloquium*, Tilburg, 16 oktober.
- F.S. de Boer: Compositionality in temporal logic. *ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam 11-13 februari.
- F.S. de Boer: Compositionality in temporal logic. *LAAS, LPC/C<sup>3</sup>*, 5-6 november.
- A. Eliëns: A simple expert system in POOL. *PRISMA General Meeting*, Veldhoven, 23-26 maart.
- L.C. van der Gaag: Inleiding tot expertsystemen. *Themagroep Expertsystemen*, KU Nijmegen, 16 maart.

- L.C. van der Gaag: Praktijk en theorie van het certainty factor model. *Algemeen CWI-Colloquium*, Amsterdam, 26 oktober.
- L.C. van der Gaag: Praktijk en theorie van the certainty factor model. *Werk-groep Conceptuele en Logische Aspecten van Expertsystemen*, Universiteit van Amsterdam, 23 november.
- R.J. van Glabbeek: Bounded nondeterminism and the approximation induction principle in process algebra. *STACS 87*, Passau, BRD, 19-21 februari.
- R.J. van Glabbeek: Curious queues — with applications of module algebra in process algebra. *Workshop ESPRIT Project METEOR*, Passau, BRD, 9-11 juni.
- R.J. van Glabbeek: Merge and termination in process algebra. *Conferentie Foundations of Software Technology and Computer Science 87*, Puna, India, 17-19 december.
- J. Heering: Module algebra. *Review Meeting GIPE Project*, Amsterdam, 12 februari.
- J. Heering: Onberekenbaarheid, onvoorspelbaarheid en chaos. *Vereniging voor Wijsbegeerte*, Den Haag, 24 maart.
- J. Heering: On incremental type-checking. *Plenary Meeting GIPE Project*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 29-30 juni.
- J. Heering: Lazy and incremental program generation. *CWI Informatica Colloquium*, Amsterdam, 27 november.
- P.R.H. Hendriks: The combination of ASF and SDF. *Review meeting GIPE Project*, Amsterdam, 12 februari.
- P.R.H. Hendriks: Inleiding algebraïsch specificeren in ASF. *ASF Seminar*, Utrecht, 25 juni.
- P.R.H. Hendriks: Type-checking mini-ML: an algebraic specification with user-defined syntax. *SION Congres Computing Science in the Netherlands*, Amsterdam, 2-3 november.
- P. Klint: Status Report on SDF. *Review Meeting GIPE Project*, Amsterdam, 12 februari.
- P. Klint: Some applications of ASF. *ASF Seminar*, Utrecht, 25 juni.
- P. Klint: Incremental scanner generation. *Plenary Meeting GIPE Project*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 29-30 juni.
- P. Klint: Het GIPE-project: doelstelling, resultaten, perspectief. *Symposium Computer Aided Software Engineering*, Haagse Hogeschool, Den Haag, 9 oktober.
- J.W. Klop: A tutorial on term rewriting systems. *ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, CWI, Amsterdam, 11 februari.
- J.W. Klop: Decidability of bisimulation equivalence for processes generating context-free language. *PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe) Conference*, Eindhoven, 15-19 juni.
- J.W. Klop: Decidability of bisimulation equivalence for processes generating context-free languages. *Belgian-Dutch Logic Colloquium*, KU Brabant, Tilburg, 16-17 oktober.

- J.W. Klop: Unique normal forms for lambda calculus with surjective pairing. INRIA, Rocquencourt, Frankrijk, 26-28 oktober.
- J.W. Klop: Term rewriting — a tutorial. *Rewriting Day*, Utrecht, 1 december.
- J.N. Kok: A fully abstract semantics for dataflow nets. *Workshop LPC/BCS-Alvey*, Londen, UK, 14-15 mei.
- J.N. Kok: A fully abstract semantics for dataflow nets with fair merge nodes. *PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe) Conference*, 15-19 juni.
- M.H. Logger: Enkele oefeningen in ASF. *ASF Seminar*, Utrecht, 25 juni.
- M.H. Logger: Syntax-directed editing. *Plenary Meeting GIPE Project*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 29-30 juni.
- P.J.F. Lucas: Design phase of the ES-subgroup. *PRISMA General Meeting*, Mierlo, 28 september - 1 oktober.
- J. Rekers: Lazy parser generation for modifiable grammars. *Plenary Meeting GIPE Project*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 29-30 juni.
- J. Rekers: A parser generator for finitely ambiguous context-free grammars. *SION Congres Computing Science in the Netherlands*, Amsterdam, 2-3 november.
- J.J.M.M. Rutten: Solving reflexive domain equations in a category of complete metric spaces. *Third Workshop on the Mathematical Foundations of Programming Language Semantics*, New Orleans, USA, 8-10 april.
- J.J.M.M. Rutten: Solving reflexive domain equations in a category of complete metric spaces. *ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Parijs, 9-11 september.
- J.J.M.M. Rutten: Contractions in comparing concurrency semantic. *LAAS, LPC/C<sup>3</sup>*, Toulouse, Frankrijk, 5-6 november.
- F.W. Vaandrager: Curious queues — with applications of module algebra in process algebra. *Workshop ESPRIT Project METEOR*, Passau, BRD, 9-11 juni.
- F.W. Vaandrager: Petri net models for algebraic theories of concurrency. *PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe) Conference*, Eindhoven, 15-19 juni.
- F.W. Vaandrager: Translation of Occam to process algebra. *METEOR Mini-Conference*, Eindhoven, 9-11 december.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- CS-R8701 J.C.M. BAETEN, R.J. VAN GLABBEEK. *Another look at abstraction in process algebra.*
- CS-R8702 S. VAN EGMOND, F.C. HEEMAN, J.C. VAN VLIET. *INFORM: an interactive syntax-directed formulae-editor.*
- CS-R8705 J.A. BERGSTRA, J. HEERING, P. KLINT. *ASF - an algebraic specification formalism.*

- CS-R8709 P. AMERICA, J.J.M.M. RUTTEN. *Solving reflexive domain equations in a category of complete metric spaces.*
- CS-R8710 F.S. DE BOER. *A proof rule for process-creation.*
- CS-R8712 J. REKERS. *A parser generator for finitely ambiguous context-free grammars.*
- CS-R8714 P.H. RODENBURG. *Algebraic specifications for parametrized data types: the case of minimal computable algebras and parameters with equality.*
- CS-R8716 J.C.M. BAETEN, R.J. VAN GLABBEEK. *Merge and termination in process algebra.*
- CS-R8721 J.C.M. BAETEN, R.J. VAN GLABBEEK. *Abstraction and empty process in process algebra.*
- CS-R8724 J.N. KOK. *A fully abstract semantics for data flow nets.*
- CS-R8725 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP. *ACP<sub>τ</sub>: A universal axiom system for process specification.*
- CS-R8729 J.C. MULDER, W.P. WEIJLAND. *Verification of an algorithm for log-time sorting by square comparison.*
- CS-R8730 J.W. KLOP, A. MIDDELDORP. *Strongly sequential term rewriting systems.*
- CS-R8732 P. AMERICA, J.W. DE BAKKER. *Designing equivalent semantic models for process creation.*
- CS-R8733 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP. *A convergence theorem in process algebra.*
- CS-R8734 L. KOSSEN, W.P. WEIJLAND. *Verification of a systolic algorithm for string comparison.*
- CS-R8735 K.R. APT, L. BOUGÉ, PH. CLERMONT. *Two normal form theorems for CSP programs.*
- CS-R8736 M. BEZEM. *Consistency of rule-based expert systems.*
- CS-R8737 P.R.H. HENDRIKS. *Type-checking mini-ML: an algebraic specification with user-defined syntax.*
- CS-R8739 J.C.M. BAETEN, W.P. WEIJLAND. *Semantics for Prolog via term rewrite systems.*
- CS-R8740 W.P. WEIJLAND. *Semantics for logic programs without occur check.*
- CS-R8741 K.R. APT. *Introduction to logic programming.*
- CS-R8747 W.P. WEIJLAND. *Correctness proofs for systolic algorithms: a palindrome recognizer.*
- CS-R8748 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP, E.-R. OLDEROG. *Readies and failures in the algebra of communicating processes (revised version).*
- CS-R8749 J. HEERING, P. KLINT, J. REKERS. *Principles of lazy and incremental program generation.*
- CS-R8755 J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN. *Contractions in comparing concurrency semantics.*
- CS-R8757 L.C. VAN DER GAAG. *A network approach to the certainty factor model.*
- CS-R8759 J.J.M.M. RUTTEN, J.I. ZUCKER. *A semantic approach to fairness.*
- CS-R8760 K.R. APT, J.M. PUGIN. *Management of stratified databases.*
- CS-R8761 J. HEERING, P. KLINT, J. REKERS. *Incremental generation of lexical scanners.*

CS-N8701 J.W. KLOP. *Term rewriting systems: a tutorial.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- P1 P. AMERICA, J.W. DE BAKKER (1987). Designing equivalent semantic models for process creation. M. VENTURINI ZILLI (ed.). *Mathematical Models for the Semantics of Parallelism*, Springer LNCS 280, 21-80.
- P2 K.R. APT (N. FRANCEZ, S. KATZ) (1987). Appraising fairness in languages for distributed programming. *Proc. POPL '87*, 189-198.
- P3 K.R. APT (J.M. PUGIN) (1987). Maintenance of stratified databases viewed as a belief revision system. *Proc. PODS '87*, 136-145.
- P4 K.R. APT, L. BOUGÉ, PH. CLERMONT (1987). Two normal form theorems for CSP programs. *Information Processing Letters*, Vol. 26, 165-171.
- P5 K.R. APT (1987). Proving correctness of concurrent programs: a quick introduction. E. BÖRGER (ed.). *Trends in Theoretical Computer Science*, Computer Science Press, 305-346.
- P6 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1987). Decidability of bisimulation equivalence for processes generating context-free languages. J.W. DE BAKKER, A.J. NIJMAN, P.C. TRELEAVEN (eds.). *Proceedings PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Vol. 2, Parallel Languages*, Springer LNCS 259, 94-112.
- P7 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1987). Ready-trace semantics for concrete process algebra with the priority operator. *British Computer Journal*, Vol. 30, No. 6, 498-506.
- P8 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1987). On the consistency of Koomen's fair abstraction rule. *Theoretical Computer Science* 51, 129-176.
- P9 J.C.M. BAETEN, R.J. VAN GLABBEEK (1987). Another look at abstraction in process algebra. TH. OTTMAN (ed.). *ICALP 87*, Springer LNCS 267, 84-94.
- P10 J.C.M. BAETEN, R.J. VAN GLABBEEK (1987). Merge and termination in process algebra. K.V. NORI (ed.). *Proc. 7th Conf. on Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science*, Puna, India, Springer LNCS 287, 153-172.
- P11 J.C.M. BAETEN, J. BERGSTRA, J.W. KLOP (1987). Conditional axiom and  $\alpha/\beta$ -calculus in process algebra. M. WIRSING (ed.). *Proc. IFIP Working Conference on Formal Description of Programming Concepts-III*, North-Holland, 53-73.
- P12 J.W. BAKKER, J.-J.CH. MEYER (1987). Order and metric in the stream semantics of elemental concurrency. *Acta Informatica* 24, 491-511.
- P13 J.W. BAKKER, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG (1987). Infinite streams and finite observations in the semantics of uniform concurrency. *Theoretical Computer Science* 49, 87-112.
- P14 H.P. BARENDREGT, J.R. KENNAWAY, J.W. KLOP, M.R. SLEEP (1987). Needed reduction and spine strategies for the lambda calculus. *Information and Computation*, Vol. 75, No. 3, 191-231.

- P15 J.A. BERGSTRA, J.V. TUCKER (1987). Algebraic specifications of computable and semi-computable data types. *Theoretical Computer Science* 50, 137-181.
- P16 F.S. DE BOER (1987). A proof rule for process creation. M. WIRSING (ed.). *Proc. IFIP Working Conference on Formal Description of Programming Concepts-III*, North-Holland, 23-50.
- P17 R.J. VAN GLABBEEK (1987). Bounded nondeterminism and the approximation induction principle in process algebra. F.J. BRANDENBURG, G. VIDAL-NAQUET, M. WIRSING (eds.). *STACS 87*, Springer LNCS 247, 336-347.
- P18 R.J. VAN GLABBEEK, F.W. VAANDRAGER (1987). Petri net models for algebraic theories of concurrency. J.W. DE BAKKER, A.J. NIJMAN, P.C. TRELEAVEN (eds.). *Proceedings PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Vol. 2, Parallel Languages*, Springer LNCS 259, 224-242.
- P19 J. HEERING, P. KLINT (1987). A syntax definition formalism. *ESPRIT '86: Results and Achievements*, North-Holland, 619-630.
- P20 P.R.H. HENDRIKS (1987). Typechecking mini-ML: an experience with user-defined syntax in an algebraic specification. *Proceedings Computing Science in the Netherlands*, 21-38.
- P21 J.W. KLOP (1987). Term rewriting systems: a tutorial. *Bulletin of the EATCS* 32, 143-182.
- P22 J.N. KOK (1987). A fully abstract semantics for dataflow nets. J.W. DE BAKKER, A.J. NIJMAN, P.C. TRELEAVEN (eds.). *Proceedings PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Vol. 2, Parallel Languages*, Springer LNCS 259, 351-369.
- P23 J. REKERS (1987). A parser generator for finitely ambiguous context-free grammars. *Proceedings Computing Science in the Netherlands*, 69-86.
- P24 W.P. WEIJLAND (1987). A systolic algorithm for matrix-vector multiplication. *Proceedings Computing Science in the Netherlands*, 143-160.

#### *Overige publikaties*

- P25 J.W. DE BAKKER (ed.) (1987). *Deliverable ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques, Year 1986-1987*.
- P26 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER (1987). *Metric Semantics for Concurrency*. Rapport IR-139, Wiskunde en Informatica, VU Amsterdam.
- P27 J.W. DE BAKKER, A.J. NIJMAN, P.C. TRELEAVEN (eds.) (1987). *Proceedings PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Vol. 1, Parallel Architectures*, Springer LNCS 258.
- P28 J.W. DE BAKKER, A.J. NIJMAN, P.C. TRELEAVEN (eds.) (1987). *Proceedings PARLE (Parallel Architectures and Languages Europe), Vol. 2, Parallel Languages*, Springer LNCS 259.
- P29 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1987). *Semi-Complete Termherschrijfsystemen*. Kluwer Programmatuurkunde, Kluwer.
- P30 P. BORRAS, D. CLEMENT, J. DESPEYROUX, T. DESPEYROUX, N.W.P. VAN DIEPEN, F. DUPONT, L. HASCOET, J. HEERING, P.R.H. HENDRIKS, J.

- INCIPERI, G. KAHN, P. KLINT, B. LANG, M. LOGGER, V. PASCUAL, J. REKERS, L. RIDEAU (1987). *Sixth Review Report GIPE Project*.
- P31 L.C. VAN DER GAAG, P.J.F. LUCAS (1987). Talen voor kennissystemen. *Polyautomatiseringszakboekje*, Kon. PBNA B.V., c1/98-c1/104.
- P32 P. KLINT (1987). *Het GIPE Project: Doelstellingen, Resultaten, Perspectief*. Computer Aided Software Engineering, verslag van een conferentie, Rapport 16, Haagse Hogeschool, Den Haag.
- P33 J.W. KLOP, R.C. DE VRIJER (1987). *Unique Normal Forms for Lambda Calculus with Surjective Pairing*. Rapport ITLI 87-03, Universiteit van Amsterdam; ook als Rapport IR 132, Wiskunde en Informatica, VU Amsterdam.



# Verslag van de Afdeling Algoritmiek en Architectuur

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

AA 1 Complexiteit en algoritmen

AA 2 Gedistribueerde systemen

AA 3 ABC

AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen

AA 5 Constructieve algoritmiek

5.1 VLSI-ontwerp

5.2 Abstracto

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *AA 1 Complexiteit en Algoritmen*

L.M. Kirousis van de Faculteit Wiskunde van de Universiteit van Patras, Griekenland, was tot 1 juli als gastmedewerker bij het project AA 1 verbonden aan het CWI.

Met ingang van 1 september is P.M.B. Vitányi tevens als hoogleraar voor deeltijd verbonden aan de Universiteit van Amsterdam.

*1.1. Gedistribueerde berekeningsmodellen.* Een gebruikelijke abstractie bij berekeningsmodellen is dat communicatie instantaan plaatsvindt. Bij sequentiële berekeningen is deze abstractie redelijk. Voor parallele of gedistribueerde berekeningen op grootschalige multicomputers gaan echter de communicatiekosten de overige kosten overheersen. Dit hangt samen met de snel toenemende verbindingslengte tussen de componenten. P.M.B. Vitányi generaliseerde eerder verkregen resultaten voor harde ondergrenzen aan de gemiddelde verbindingslengte tussen componenten bij het inbedden van symmetrische circuits in de Euclidische ruimte voor algemene kant-symmetrische

verbindingspatronen. Tevens werd een methode aangegeven om deze resultaten ook op bijna-symmetrische patronen toe te passen. Hierover is een tijdschriftartikel aangeboden.

*1.2. Asynchrone communicatie en atomaire registers.* Een gemeenschappelijk register van een aantal asynchrone processen wordt atomaire genoemd als de implementatie zodanig is dat voor het bewijzen van de correctheid van het samenspel der processen van de fictie mag worden uitgegaan dat lezen en schrijven ondeelbare acties zijn. De gebruikelijke constructie van atomaire registers gaat uit van wederzijdse uitsluiting bij lees- en schrijfacties door bepaalde synchronisatieprimitiva, die er in wezen op berusten dat processen soms op elkaar moeten wachten. Dit kan in bepaalde toepassingen ongewenst zijn. Het blijkt echter mogelijk uit atomaire een-bits-registers met slechts één lezer en één schrijver grotere atomaire registers met verschillende lezers en schrijvers op te bouwen. De atomiciteit wordt bereikt door bepaalde lees- en schrijfprotocollen. Naast het probleem van het ontwerpen van dergelijke protocollen is er het probleem van het bewijzen van hun correctheid. Op een enkele uitzondering na geldt dat de bewijzen van protocollen die in de literatuur te vinden zijn dermate ingewikkeld zijn dat hooguit de auteur daardoor overtuigd is. Een belangrijke oorzaak hiervan is de nog gebrekkige ontwikkeling van de bewijstheorie, waarbij zelfs de bewijsverplichting niet geheel duidelijk is. Verder is ook de eenvoud van de protocollen uiteraard van groot belang.

L.M. Kirousis, E. Kranakis en P.M.B. Vitányi slaagden erin een aantal eerder door hen gevonden constructies te vereenvoudigen. In samenwerking met B. Awerbuch (Massachusetts Institute of Technology) werd een belangrijke stap voorwaarts gemaakt in het ontwikkelen van bewijsmethoden voor register-atomiciteit, voortbouwend op eerder werk van Lamport. In samenwerking met Ming Li (Harvard University, Massachusetts) vond P.M.B. Vitányi een nieuwe constructie voor atomaire registers met  $n$  lezers en schrijvers, met een begrensd aantal hulpbits, die alle eerder bekende constructies zowel in eenvoud als in kosten verbetert. Tezamen met A. Israeli (Technion, Haifa, Israel) vonden zij verder een verbeterde constructie voor het speciale geval van één schrijver, berustend op het gebruik van zogenaamde tijdstempels.

*1.3. Toepassingen van Kolmogorov-complexiteit.* Door Kolmogorov en Solomonoff (en later Chaitin en Loveland) is een theorie ontwikkeld over de informatietheoretische inhoud van strings (rijen symbolen). De hoeveelheid informatie in een string kan gedefinieerd worden als de lengte van het kortste invoerloze programma (in een universeel formalisme) dat de string als uitvoer heeft. Het blijkt mogelijk met behulp van deze theorie op elegante wijze krachtige resultaten te bewijzen op uiteenlopende deelgebieden van de complexiteitstheorie van algoritmen. Zo zijn er toepassingen van het feit dat sommige strings willekeurig ver gecomprimeerd kunnen worden, waaruit onder meer een sterkere versie van Gödel's Onvolledigheidsstelling volgt, terwijl andere toepassingen (met name ondergrens-argumenten) berusten op het feit

dat sommige strings in het geheel niet comprimeerbaar zijn. Kolmogorov-complexiteit kan ook gebruikt worden om een verhelderend licht te werpen op sommige problemen uit de grondslagen van de waarschijnlijkheidstheorie. Tezamen met Ming Li (Harvard University, Massachusetts) maakte P.M.B. Vitányi een begin met een serie artikelen die een uitgebreid overzicht beogen te bieden van deze toepassingen van Kolmogorov-complexiteit.

*1.4. Diversen.* L.M. Kirousis ontwikkelde een nieuwe algoritme om uit vlakke projecties van de zichtbare lijnstukken van driedimensionale door veelvlakken begrensde objecten de mogelijke ruimtelijke opbouw(en) te reconstrueren.



*Algoritmische informatietheorie, gewoonlijk 'Kolmogorov-complexiteit' genoemd, werd in het begin der jaren zestig onafhankelijk van elkaar ontworpen door A.N. Kolmogorov (1903-1987) en R.J. Solomonoff, wat later gevolgd door G.J. Chaitin en D.W. Loveland. Deze theorie, die haar historische wortels heeft in R. von Mises' begrip van door het toeval bepaalde oneindige rijen (toen voorgesteld als een grondslag voor de waarschijnlijkheidsrekening) geeft een algoritmische beschrijving van de complexiteit van eindige objecten; daarmee definieert zij ook het begrip 'toevaligheid' voor zulke objecten. De foto laat Kolmogorov zien tijdens het Internationaal Mathematisch Congres te Amsterdam in 1954.*

### *AA 2 Gedistribueerde systemen*

In 1987 heeft de projectleider van het gespreide systemen project, S.J. Mulder, als gastonderzoeker onderzoek verricht bij DEC's System Research Center in Palo Alto, Californië en bij het Computer Laboratory van Cambridge University. Uit deze bezoeken is een goede samenwerking ontstaan met zowel Digital Equipment Corporation als met Cambridge University. Digital heeft besloten het Amoeba project aan het CWI te ondersteunen door 50% korting te geven op bij hen aan te schaffen apparatuur; het Computer Laboratory heeft besloten in het Amoeba project te gaan participeren. De gevolgen van deze samenwerking zullen waarschijnlijk in 1988 zichtbaar worden.

Het onderzoek aan het Amoeba systeem is voortgezet. Terwijl de onderzoekspartners aan de Vrije Universiteit zich voornamelijk bezighielden met het ontwerp en de implementatie van user-level services, heeft de Amoeba groep aan het CWI zich beziggehouden met operating system kernel internals. Een fundamenteel beter systeem voor memory management is ontworpen (waarover is gepubliceerd in een workshop; een journal paper is in voorbereiding). A.J. Jansen en J.G. Steiner hebben als programmeurs gewerkt aan de verdere ontwikkeling en documentatie van de Amoeba kernel.

Een window manager gebaseerd op X-windows is gerealiseerd op Amoeba dankzij een bezoek van twee maanden van K.S. Yap van de University of Rochester, New York. G. van Rossum heeft een standard window pakket ontworpen waardoor applicaties die window systemen gebruiken veel gemakkelijker kunnen worden overgedragen van het ene naar het andere window systeem.

I. Shizgal heeft gewerkt aan een systeem voor 'distributed applications prototyping using Prolog'. Met behulp van zijn systeem is het mogelijk prototypes van gedistribueerde programma's in zeer korte tijd te bouwen om hun gedrag te kunnen bestuderen. Nieuwe gedistribueerde algoritmen kunnen op deze wijze zeer snel worden getest. Met behulp van zijn prototyping systeem werkt Shizgal nu aan zichzelf replicerende processen met een hoge graad van fout-tolerantie.

Een drietal stagiairs, E.D.G. Boeve, P.J. van Scherpenseel en J.F.L. Vermeulen, hebben gewerkt aan user-space faciliteiten voor process management en een gedistribueerd source code control systeem.

### *Samenwerking*

Het project gedistribueerde systemen doet zijn onderzoek in nauwe samenwerking met de vakgroep Informatica van de Vrije Universiteit. Sinds september 1987 is deze samenwerking uitgebreid met het Computer Laboratory van Cambridge University.

### *AA 3 ABC*

*3.1. Ontwerp.* Bij de herziening van B naar ABC is 'PARSING' uit de taal verwijderd vanwege de inherente onefficiëntie van deze constructie. T.A. de

Goede en M.J. de Jong (beiden stagiairs IHBO De Maere, Enschede) werkten met S. Pemberton aan het ontwerp van een alternatief voor 'PARSING', 'FITS', dat het mogelijk maakt eenvoudige tekstpatronen te beschrijven en teksten in overeenstemming met zulke patronen in onderdelen op te splitsen. De twee stagiairs vervaardigden tevens een proefimplementatie hiervan.

**3.2. Implementatie.** Veel werk werd gestoken in het aanpassen van de bestaande B-implementaties aan de herziening naar ABC. Hierbij was F. van Dijk verantwoordelijk voor de Unix- en MS-DOS-versies en voor het onderling compatibel houden van de verschillende versies, terwijl T.J.G. Krijnen verantwoordelijk was voor de Macintosh versie. J.C. van der Heide (stagiair Hogeschool Eindhoven) en S. Pemberton breidden de serie versies uit met een nieuwe versie voor computers van het type Atari ST.

Uitgaande van een door M.M. Cathalina vervaardigde proefimplementatie produceerden H. van het Bolscher en F. Lim (beiden stagiairs IHBO De Maere, Enschede) een definitieve implementatie van de 'Cleaning Person Algorithm', eerder ontworpen door T.A. Budd, en integreerden deze implementatie in het ABC-systeem.

**3.3. Verspreiding.** In het begin van het jaar verscheen het op een breed lezerspubliek gerichte artikel 'An Alternative Simple Language and Environment for PC's' van de hand van Pemberton in het tijdschrift *IEEE Software*.

L.J.M. Geurts, L.G.L.T. Meertens en S. Pemberton werkten aan een herziene versie van het boek 'The B Programmer's Handbook' voor ABC. Naast de technische herzieningen werden ook uitgebreide wijzigingen in de gebezigde terminologie aangebracht. Verder werd de inleiding uitgebreid en een hoofdstuk met voorbeeldprogramma's toegevoegd.

Meertens produceerde een voorlopige versie van het 'Design Rationale for ABC', een boek dat de ontwerpbeslissingen beschrijft en toelicht die in de ontwikkeling van ABC (inclusief de voorlopers) genomen zijn.

Geurts produceerde een eerste voorlopige versie van een boek om beginners te leren programmeren, waarbij ABC als de programmeertaal wordt gebruikt, 'Programming in ABC'. Hoewel uiteraard gebruik werd gemaakt van materiaal uit een eerder leerboek voor B, is de opzet geheel herzien, met meer nadruk op de methoden en technieken van het programmeren.

Naast de eerdere opname in de Unix BSD4.3 distributietape van het B-systeem werd dit ook toegevoegd aan de GNU Sun-distributietape, een collectie van Unix-gereedschappen en -talen van in het algemeen hoge kwaliteit die eveneens vanuit de V.S. wordt gedistribueerd.

Gedurende het jaar werden verscheidene presentaties over ABC en de ABC-omgeving gehouden. ABC-stands waren aanwezig op de beurs Europe Software '87 in mei te Utrecht, op een INSP-produktendag in oktober in Ede en verder op de Open Dag van het WCW.

#### *AA 4 Gespreide Adaptieve Informatiesystemen*

Het project gespreide adaptieve informatiesystemen (DAISY) is in september 1985 gestart. Uitgangspunt voor de organisatie van de onderzoeksactiviteiten in dit project is een gelaagde opdeling van de bij informatiesystemen te onderkennen deelaspecten, het z.g. AMOS framework (zie wetenschappelijk meerjarenprogramma 1987-1991). De uitwerking van deze filosofie heeft geresulteerd in het opstarten van drie complementaire deelprojecten.

*4.1. Een object-centered programmeertaal.* Dit deelproject behelst het ontwerp en de realisatie van een database programmeertaal voor de constructie van complexe adaptieve informatiesystemen. In tegenstelling tot de gangbare informatiesystemen is het datamodel niet voor lange tijd te fixeren. Het systeem is per definitie incompleet en mag tijdelijk tegenstrijdige informatie bevatten. Een gedeeltelijke oplossing voor dit probleem is de klasse van een object dynamisch te bepalen. Dit impliceert dat objecten in de tijd automatisch van klasse kunnen veranderen. Bovendien kan een object tot meerdere klassen tegelijkertijd behoren. Onze aanpak verschilt sterk met een object-georiënteerde aanpak, waar de klassen op voorhand moeten worden gedefinieerd en waarbij elk object te allen tijde tot slechts één klasse kan behoren. Centraal in de beschrijving van de beoogde applicaties is het guardian concept. Kort samengevat is een guardian een beschrijving van een proces dat (algoritmisch) reageert op declaratief beschreven toestanden (en wijzigingen) in de verzameling objecten. In het bijzonder wordt op deze wijze een compacte notatie verkregen voor het beschrijven van de integriteit regels.

In 1987 is geëxperimenteerd met een prototype implementatie. Hierbij is een aantal tekortkomingen in de eerste taaldefinitie aan het licht gekomen, welke zullen leiden tot een verbeterde versie in 1988. Een gedeelte van het werk is uitgevoerd in het kader van een afstudeeropdracht van D.T. van den Bergh en R.C.G.M. ten Teije (HIO 'de Maere').

*4.2 Main-memory database systemen.* Dit project beoogt kennis en ervaring te verwerven op het terrein van database machines. Hierbij staan de volgende vraagstukken centraal:

- Hoe moet een relationeel database management systeem eruit zien waarin de verzameling primitieve domeinen (b.v. met tekst, beeld en geluid) uitbreidbaar is?
- Hoe kan effectief gebruik gemaakt worden van de beschikbaarheid van een grote hoeveelheid direct toegankelijk geheugen (1 Gigabyte)?
- Kunnen technieken die een belangrijke rol spelen in gespreide gegevensbanken, zoals replicatie en database fragmentatie, toegepast worden in de architectuur van een database machine?

In het kader van het Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek Nederland (SPIN) is in 1986 een samenwerkingsverband opgezet met Philips Research Laboratories Eindhoven, de Universiteit Twente, RU Utrecht, Universiteit van Amsterdam, RU Leiden, en de afdeling Programmatuur van het CWI met als doel het realiseren van een 'Highly parallel machine for data

and knowledge processing'. Ons aandeel in dit project concentreert zich op het ontwerp en de realisatie van main-memory database management faciliteiten.

In 1987 is een aantal voorstudies uitgevoerd, welke onder andere hebben bijgedragen tot een precisering van de definitie van de taal POOL-X. De eerste fase van dit project is afgerond met een functioneel ontwerp van het database management systeem.

*4.3. Database modellering.* Een van de belangrijkste activiteiten van een database ontwerper is het beschrijven van de database met behulp van een formeel model. In de praktijk wordt hierbij vaak gebruikt gemaakt van het Entity-Relationship model, een semantisch rijker model dan het relationele datamodel. Omdat dit model is gebaseerd op informele concepten is het moeilijk een goede afweging te maken tussen de mogelijke beschrijvingen van een en dezelfde database.

In dit project wordt een nieuwe, formele benadering voor deze problematiek uitgewerkt. Gebleken is dat centrale concepten in het ER-model entiteit en relatie, beter vervangen kunnen worden door de concepten entiteit en semantische transformatie. Hierdoor kan de database worden beschouwd als een functieruimte waarin de relatie tussen database-extensie en -intensie te modelleren is als een structuurbehoudende afbeelding. De eerste resultaten van dit onderzoek zijn inmiddels gepubliceerd.

## *AA 5 Constructieve algoritmieken*

*5.1. VLSI-ontwerp.* Het onderzoek binnen het project VLSI-ontwerp beoogt het ontwerpen van een geïntegreerd circuit te reduceren tot het ontwerpen van een programma. Ter vermindering van een aantal implementatieproblemen is voor de realisatie van het programma gekozen voor een vertragingsongevoelige samenstelling van een aantal basiscomponenten, dat wil zeggen, een compositie die correct functioneert ongeacht de vertragingen die kunnen optreden in de verbindingdraden. We gaan daarom uit van programma's die componenten specificeren die op een vertragingsongevoelige manier communiceren met hun omgeving. We noemen die vertragingsongevoelige componenten. In 1987 is het project VLSI-ontwerp afgerond in de vorm van een dissertatie. In deze dissertatie wordt een methode beschreven die elk programma dat voldoet aan zekere grammaticaregels op constructieve wijze vertaalt in een vertragingsongevoelige samenstelling van basiscomponenten. De grammaticaregels staan een grote klasse van programma's toe waarin, onder andere, parallellisme, staartrecursie of projectie mogen voorkomen. De vertaling heeft de eigenschap dat slechts een klein aantal basiscomponenten nodig is waaruit elke samenstelling opgebouwd kan worden. Deze basiscomponenten zijn alle ook betrekkelijk eenvoudig te realiseren. Verder heeft de vertaling de eigenschap dat het totale aantal basiscomponenten in de samenstelling evenredig is met de lengte van het programma.

### *Samenwerking*

Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met de TU Eindhoven en er zijn nauwe contacten met Washington University in St. Louis (Missouri), California Institute of Technology in Pasadena, Californië en de RU Groningen.

5.2. *Abstracto.* In samenwerking met R.S. Bird (University of Oxford) werd een aantal problemen onderzocht die pasten in het kader van de door Bird ontwikkelde 'theory of lists', maar met de daar gegeven technieken niet zonder meer waren op te lossen. Niet zonder moeite bleken deze 'weerbarstige' problemen toch met enkele technische handgrepen te vangen te zijn. Pogingen om uit de duidelijk overeenkomstige technieken, gebruikt bij het oplossen van deze problemen, een algemener toepasbare theorie te extraheren bleven echter vooralsnog zonder resultaat. Verder werd de uit het gebied van het transformationeel programmeren bekende techniek van het 'formeel differentiëren' in een vereenvoudigde versie beschreven in het inmiddels ontwikkelde arsenaal van algoritmische concepten en notaties.

Een begin werd gemaakt met de ontwikkeling van een 'theorie van bomen', analoog aan de bestaande 'theory of lists'. Het onderzoek heeft zich tot nu beperkt tot enkele van de vele mogelijke soorten bomen, en wel voornamelijk die met willekeurige vertakkingsgraad en verder gegevens alleen aan de bladeren, en tot op zekere hoogte binaire bomen met ook in de interne knooppunten informatie. Met name voor de eerste soort blijkt het, enigszins verrassend, mogelijk de morfismen te ontbinden in 'reducties' en 'maps' op een wijze die geheel analoog is aan de morfisme-ontbinding voor rijen, en de meeste elementaire wetten en stellingen voor rijen hebben een analoogon voor deze bomen. Naast betrekkelijk elementaire stellingen werd ook een stelling op 'hoog niveau' gevonden die onder meer mogelijk maakt de bekende methode van alpha-beta-pruning te synthetiseren.

In de reeks NFI-seminaria op het gebied van de specificatie en transformatie van programma's, voortgekomen uit een mede door het CWI ingediend voorstel, werden voordrachten gehouden door J. Meseguer (SRI International en CSLI, Stanford University), B. Sufrin en J. Saunders (University of Oxford), D. Sanella (University of Edinburgh), H. Gantzinger (Universität Dortmund), A. Pettorossi (IASI-CNR, Rome) en B. Müller (TU München). De organisatie berustte grotendeels bij S.D. Swierstra (RU Utrecht). Een in samenwerking met de KU Nijmegen (H. Partsch, C.H.A. Koster) en RU Utrecht (S.D. Swierstra) bij de NFI ingediend voorstel voor een gezamenlijk onderzoeksproject op dit gebied werd gehonoreerd. Dit project kon in het verslagjaar nog niet van start gaan.

Binnen het kader van de SION-werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur werd een sectie Constructieve Algoritmiek opgericht. Als 'gangmaker' fungeerde L.G.L.T. Meertens en de oprichtingsbijeenkomst vond op het CWI plaats op 16 december. Op deze bijeenkomst, bijgewoond door 35 aanwezigen afkomstig van nagenoeg alle Nederlandse (en deels Belgische) universiteiten en verscheidene bedrijven, werd een negental voordrachten gehouden. De bedoeling is in het vervolg tweemaal per jaar een dergelijke bijeenkomst te houden.



Voordrachten over het onderzoek werden gegeven aan de RU Groningen en de University of Warwick, op een bijeenkomst van IFIP WG 2.1 te Montreal, die grotendeels in het kader stond van de binnen dit deelproject in samenwerking met Bird ontwikkelde algoritmische benadering, aan de TU Eindhoven, en op de genoemde bijeenkomst van de sectie Constructieve Algoritmiek.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Colloquia*

*Informatica-Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

##### *Conferenties e.d.*

Op 16 december organiseerde de database groep (F.H. Schippers) de tweede landelijke databasedag. Aan deze dag namen  $\pm$  40 onderzoekers uit Nederland en België deel; 13 daarvan gaven een lezing.

##### *Cursussen*

*PAO-cursus Netwerken*, 11-12 en 25-26 juni, docent S.J. Mullender.

DEELNAME AAN COLLOQUIA, CURSUSSEN EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI  
*Bijeenkomst Database Club*, Nuland, 15 januari: M.L. Kersten (met 2 voordrachten).

*VLSI Club*, wekelijks, TU Eindhoven: J.C. Ebergen.

*Cursus Networking*, Woudschoten, 8-9 oktober: L.G.L.T. Meertens.

*Seminarium Kennisbanken*, Amsterdam, 27 oktober: C.A. van den Berg.

*Rewriting Day*, Jaarbeurs, Utrecht, 1 december: A.P.J.M. Siebes.

#### DEELNAME AAN CONGRESSSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

##### *Congressen*

*Parallele en Gespreide Systemen Dag*, VU Amsterdam, 13 januari: E.D.G. Boeve, F.H. Schippers.

*NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie*, RU Utrecht, 5-6 februari: L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.

*Symposium Logische Aspecten van het Ontwerpen van Geïntegreerde Schakelingen*, Utrecht, 26 februari: J.C. Ebergen (voordracht).

*6th Symposium on Reliability in Distributed Software and Database Systems*, Williamsburg, Virginia, USA, 17-19 maart: S.J. Mullender.

*Workshop on Distributed Operating Systems: Theory and Practice*, Jerusalem,

- Israel, 17-19 maart: mw. J.G. Steiner.
- 6th ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems*, San Diego, Californië, USA, 23-25 maart: A.P.J.M. Siebes.
- NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie*, RU Utrecht, 6-7 april: L.G.L.T. Meertens, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.
- NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie*, RU Utrecht, 27-28 april: L.G.L.T. Meertens, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.
- ASI (NGI/KIVI) studiedag 'Relationele werkelijkheid. De werkelijkheid in een database gevangen'*, 's-Gravenhage, 21 mei: A.P.J.M. Siebes.
- IFIP Working Group 2.1*, Montreal, Canada, 18-22 mei: L.G.L.T. Meertens (voordracht).
- 19th ACM Symposium on Theory of Computing*, New York, USA, 25-27 mei: P.M.B. Vitányi.
- 4th International Conference on Logic Programming*, University of Melbourne, Victoria, Australië, 25-29 mei: I. Shizgal.
- 1e Database Dag*, Universiteit Twente, 12 juni: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.
- 2nd International Workshop on Distributed Algorithms*, CWI, Amsterdam, 8-10 juli: E. Kranakis (voordracht), P.M.B. Vitányi.
- 6th Annual Symposium on Principles of Distributed Computing*, Vancouver, BC, Canada, 10-12 augustus: E. Kranakis.
- Eurographics Workshop Higher Level Tools for Window Management*, Amsterdam, 22-24 augustus: G. van Rossum (voordracht).
- 13th International Conference on Very Large Data Bases*, Brighton, UK, 1-4 september: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes (voordracht).
- EUUG Unix Conference*, Dublin, Ierland, 21-25 september: A.J. Jansen.
- Conference on Distributed Database Systems*, Brussel, België, 1 oktober: C.A. van den Berg.
- Princeton Workshop on Algorithm, Architecture and Technology Issues in Models of Concurrent Computations*, Princeton, New Jersey, USA, 30 september-1 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- 28th IEEE Symposium on Foundations of Computer Science*, Los Angeles, California, USA, 12-14 oktober: P.M.B. Vitányi.
- 5th International Workshop on Database Machines*, Karuizawa, Nagano, Japan, 12-15 oktober: M.L. Kersten (voordracht).
- NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie*, RU Utrecht, 26-27 oktober: L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton, A.P.J.M. Siebes.
- Computing Science in the Netherlands '87*, CWI, Amsterdam, 2-3 november: M.L. Kersten, T.J.G. Krijnen, L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton, G. van Rossum, A.P.J.M. Siebes (voordracht).
- Workshop on Workstation Operating Systems*, Cambridge, Massachusetts, USA, 5-6 november: S.J. Mullender (voordracht).
- 11th Symposium on Operating System Principles*, Austin, Texas, USA, 9-11 november: S.J. Mullender, I. Shizgal.
- 6th Symposium on Computation Theory*, Berlijn, DDR, 30 november-4 december: E. Kranakis (voordracht).

*2e Database Dag*, CWI, Amsterdam, 16 december: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes.

### *Werkbezoeken*

- University of Arizona*, Tuscon, Arizona, USA (prof. G. Andrews), 29-30 januari: S.J. Mullender (voordracht).
- MIT Laboratory of Computer Science*, Cambridge, Massachusetts, USA (prof. D. Clark), 21-21 februari: S.J. Mullender (voordracht).
- Carnegie Mellon University*, Pittsburgh, Pennsylvania, USA (prof. A.Z. Spector), 23-24 februari: S.J. Mullender (voordracht).
- University of California at Berkeley*, Californië, USA (prof. D. Andersen), 4-5 maart: S.J. Mullender (voordracht).
- Euromath Technical Meeting*, Amsterdam, 13 maart: L.G.L.T. Meertens.
- Stanford University*, Stanford, Californië, USA (prof. D.R. Cheriton), 9 april: S.J. Mullender (voordracht).
- MacWorld Expo*, Rotterdam, 23 april: S. Pemberton, G. van Rossum.
- Cambridge University*, UK, (dr. J. Bacon, dr. A.J. Herbert en prof. R.M. Needham), 26-28 mei: S.J. Mullender.
- Laboratory for Computer Science*, Massachusetts Institute of Technology, (prof. B. Awerbuch) Cambridge, Massachusetts, USA en Aiken Computation Laboratory, Harvard University, (prof. M. Li en dr. A. Israeli) Cambridge, Massachusetts, USA (beide met voordracht) 28 mei - 6 juni: P.M.B. Vitányi.
- Oxford University*, (prof. R.S. Bird); *University of Warwick*, Coventry (voordracht); *Euromath meeting*, Heathrow, UK, 5-12 juni: L.G.L.T. Meertens.
- COST-11 ter MANDIS project meeting*, + *Universiteit van Tromsø*, Noorwegen, 19-24 juni: S.J. Mullender (voordracht).
- Euromath Technical Meeting*, Heathrow, UK, 2 juli: L.G.L.T. Meertens.
- Cambridge University*, UK, 1-21 augustus: A.J. Jansen.
- Computer Laboratory Cambridge University*, UK (prof. R.M. Needham), 4-5 augustus: S.J. Mullender (voordracht).
- Yale University*, New Haven, Connecticut, USA, 7-8 augustus: E. Kranakis (voordracht).
- Bell Laboratories*, Holmdel, New Jersey, USA, 8-9 augustus: E. Kranakis (voordracht).
- Washington University*, St. Louis, Missouri, USA, 29 augustus-5 september: J.C. Ebergen (voordracht).
- University of Texas at Austin en Micro-electronics and Computer Technology Corporation*, Austin, Texas, USA, 6-8 september: J.C. Ebergen (voordracht).
- California Institute of Technology*, Pasadena, Californië, USA, 9-13 september: J.C. Ebergen (voordracht).
- COST-11 ter MANDIS project meeting* + *Trinity College* (dr. C. Horn), Dublin, Ierland, 12-15 september: S.J. Mullender (voordracht).
- University of Waterloo*, Waterloo, Canada, 20-23 september: J.C. Ebergen (voordracht).

- Cornell University*, Ithaca, New York, Verenigde Staten, 24-26 september: J.C. Ebergen (voordracht).
- ESPRIT II Proposers' Day*, Brussel, België, 2 oktober: L.G.L.T. Meertens.
- Aiken Computation Laboratory, Harvard University* (prof. M. Li), Cambridge, Massachusetts, USA, 2-6 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Computer Science Department, The University of Chicago* (prof. A.K. Lenstra), Chicago, Illinois, USA, 7-8 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Apple Developers Meeting*, Utrecht, 8 oktober: T.J.G. Krijnen.
- Department of Computer Science, University of Texas at Austin* (prof. K.R. Apt en prof. M. Gouda), Texas, USA, 9-11 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- COI produkten dag*, Ede, 15 oktober: T.J.G. Krijnen, S. Pemberton.
- Laboratory for Computer Science, Massachusetts Institute of Technology* (prof. B. Awerbuch), Cambridge, Massachusetts, USA, (voordracht) en *Aiken Computation Laboratory, Harvard University*, (prof. M. Li), 15-31 oktober: P.M.B. Vitányi.
- Computer Science Department, Brown University* (prof. J.S. Vitter), Providence, Rhode-Island, USA, 27 oktober: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Brown University*, Providence, Rhode-Island, USA (prof. D.C.A. Bulterman), 2-3 november: S.J. Mullender (voordracht).
- Euromath Technical Meeting*, Londen, UK, 6 november: L.G.L.T. Meertens.
- Xerox PARC*, Palo Alto, Californië, USA (dr. R. Hagmann), 13 november: S.J. Mullender (voordracht).
- IBM Almaden Research Center*, San Jose, Californië, USA (dr. L.F. Cabrera), 14 november: S.J. Mullender (voordracht).
- Stanford University*, Stanford, Californië, USA (prof. D.R. Cheriton), 15 november: S.J. Mullender (voordracht).
- Digital Equipment Corporation, Systems Research Center*, Palo Alto, Californië, USA (dr. M.D. Schroeder), 16 november: S.J. Mullender (voordracht).
- COST-11 ter MANDIS project meeting + Universiteit Tromsø, Tromsø*, Noorwegen (O. Anshus) (voordracht), 23-29 november: S.J. Mullender.
- Philips Natuurkundig Laboratorium*, Eindhoven (prof. F.E.J. Kruseman Aretz), 16 december: S.J. Mullender (voordracht).

#### BEZOEKERS

De afdeling werd onder meer bezocht door de volgende gasten. Indien één van hen een voordracht hield is de titel vermeld.

- Dr. Alok Aggarwal (IBM Thomas J. Watson Research Center), 22-24 november: Hierarchical Memory with Block Transfer.
- Prof. Baruch Awerbuch (MIT), 7-13 juli: Adapting communication protocols to dynamic input and network topology.
- Meurig Beynon (University of Warwick), 2 april: Definitions for dialogue and design.

- Irving Elshoff M.Sc. (University of Arizona, Tucson, Arizona, USA), 1 juni-14 november.
- Prof. Leo Guibas (DEC SRC & Stanford University), 26-28 maart: Topologically sweeping an arrangement.
- Prof. Joe Halpern (IBM Research San Jose & Stanford University), 13-17 april: 'Reasoning about knowledge' & 'A little knowledge goes a long way: simple knowledge-based derivations and correctness proofs for a family of protocols'.
- Prof. Lefteris Kirousis (Universiteit van Patras, Griekenland), tot 1 juli: The problem of recognising Polyhedra (23 januari).
- Prof. Arjen K. Lenstra (The University of Chicago, Illinois, USA), tot 28 februari.
- Liuba Shrira (MIT), 2 oktober: Promises: linguistic support for efficient asynchronous procedure calls in distributed systems.
- Alan J. Smith (University of California at Berkeley), 22 december: Cache memories.
- Prof. Jeff Vitter (Brown University & INRIA/LIENS, Parijs), 6-8 juli: Design and analysis of dynamic Huffman codes.
- K.S. Yap M.Sc. (University of Rochester, NY, USA) vanaf 3 november.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- C.A. van den Berg: OFM: Bouwsteen van het PRISMA DDBMS. *Database Dag*, CWI, Amsterdam, 16 december.
- J.C. Ebergen: Ontwerp van vertragingsongevoelige circuits. *Symposium Logische Aspecten van het Ontwerpen van Geïntegreerde Schakelingen*, Utrecht, 26 februari.
- J.C. Ebergen: Translating programs into delay-insensitive circuits, Washington University, St. Louis, Missouri, USA, 3 september.
- J.C. Ebergen: Translating programs into delay-insensitive circuits. Microelectronics and Computer Technology Corporation, Austin, Texas, USA, 8 september.
- J.C. Ebergen: Translating programs into delay-insensitive circuits. California Institute of Technology, Pasadena, Californië, USA, 10 september.
- J.C. Ebergen: Translating programs into delay-insensitive circuits. University of Waterloo, Canada, 21 september.
- J.C. Ebergen: Translating programs into delay-insensitive circuits. Cornell University, Ithaca, New York, USA, 24 september.
- J.C. Ebergen: Het vertalen van programma's naar vertragingsongevoelige circuits. RU Groningen, 5 oktober.
- J.C. Ebergen: Het vertalen van programma's naar vertragingsongevoelige circuits. TU Eindhoven, 9 oktober.
- J.C. Ebergen: Het vertalen van programma's naar vertragingsongevoelige circuits. Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 21 oktober.
- M.L. Kersten: The history of database machines & Towards an object-centered database language. *Bijeenkomst Database Club*, Nuland, 15 januari.

- M.L. Kersten: Database machines. *Computable Database Week*, Amsterdam, 11 maart.
- M.L. Kersten: Godal; an object-centered database language. *Informatica colloquium*, KU Nijmegen, 13 maart.
- M.L. Kersten: The design of a One-Fragment Manager. *PRISMA bijeenkomst*, Eindhoven, 24 maart.
- M.L. Kersten: De relationele database in een gedistribueerde omgeving. *Europe Software Seminar*, Utrecht, 21 mei.
- M.L. Kersten: Performance meten van een DBMS & The architecture of a One-Fragment Manager. *PRISMA bijeenkomst*, Mierlo, 30 september.
- M.L. Kersten: The design of a distributed main-memory database machine. *5th International Workshop on Database Machines*, Karuizawa, Nagano, Japan, 14 oktober.
- M.L. Kersten: Conceptueel modelleren in Prolog. *PAO cursus Prolog*, Amsterdam, 21 oktober.
- M.L. Kersten: Database machines. *Computable Database Week*, 4 november.
- E. Kranakis: Atomic Multireader Register. *2nd International Workshop on Distributed Algorithms*, CWI, Amsterdam, 9 juli.
- E. Kranakis: On the concurrent readers concurrent writers problem. Yale University, New Haven, Connecticut, USA, 7 augustus.
- E. Kranakis: On the concurrent readers concurrent writers problem. Universiteit Twente, 22 oktober.
- E. Kranakis: On the concurrent readers concurrent writers problem. KU Nijmegen, 18 november.
- E. Kranakis: Existence and uniqueness theorems in fixpoint semantics. *6th Symposium on Computation Theory*, Humboldt University, Wendisch-Rietz, Berlijn, DDR, 1 december.
- L.G.L.T. Meertens: De ABC-editor. *Werkgroep Gebruikersinterfaces*, CWI, Amsterdam, 23 januari.
- L.G.L.T. Meertens: Algoritmiëk. *Colloquium*, vakgroep Informatica RU Groningen, 9 maart.
- L.G.L.T. Meertens: Formal differentiation in algorithmics style. *IFIP Working Group 2.1*, Montreal, Canada, 19 mei.
- L.G.L.T. Meertens: Longest balanced segment. University of Warwick, Coventry, UK, 11 juni.
- L.G.L.T. Meertens: Alpha-beta pruning. *Informatica colloquium*, TU Eindhoven, 16 oktober.
- L.G.L.T. Meertens: Boom-morphismen. Sectie Constructieve Algoritmiëk, Werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur SION, CWI, Amsterdam, 16 december.
- S.J. Mullender: The Amoeba distributed operating system. University of Arizona, Tucson, Arizona, USA, 29-30 januari.
- S.J. Mullender: An overview of Amoeba kernel services. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 23-24 februari.
- S.J. Mullender: An Overview of Amoeba kernel services. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, 25-26 februari.

- S.J. Mullender: Protection and resource control in the Amoeba distributed operating system. Stanford University, Californië, USA, 2-3 maart.
- S.J. Mullender: The Amoeba distributed operating system. University of California at Berkeley, Californië, USA, 4-5 maart.
- S.J. Mullender: The Amoeba kernel. University of Tromsø, Noorwegen, 20 juni.
- S.J. Mullender: Process management in the Amoeba distributed system. Computer Laboratory, Cambridge University, UK, 4-5 augustus.
- S.J. Mullender: High-performance communication in distributed operating systems. Trinity College, Dublin, Ierland, 12-15 september.
- S.J. Mullender: Amoeba - High-performance distributed computing. Brown University, Providence, Rhode-Island, USA, 2-3 november.
- S.J. Mullender: Amoeba as a workstation operating system. *Workshop on Workstation Operating Systems*, Cambridge, Massachusetts, USA, 5-6 november.
- S.J. Mullender: Amoeba - High-performance distributed computing. Xerox PARC, Palo Alto, Californië, USA, 13 november.
- S.J. Mullender: High-performance communication in distributed operating systems. IBM Almaden Research Center, San Jose, Californië, USA, 14 november.
- S.J. Mullender: Communication in distributed operating systems. Stanford University, Stanford, Californië, USA, 15 november.
- S.J. Mullender: High-performance communication in distributed operating systems. DEC Systems Research Center, Palo Alto, Californië, USA, 16 november.
- S.J. Mullender: Distributed operating systems. Universiteit Tromsø, Tromsø, Noorwegen, 23-27 november.
- S.J. Mullender: High-performance communication in distributed operating systems. Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, 16 december.
- G. van Rossum: STDWIN - a Standard Window Manager Interface. *Workshop Higher Level Tools for Window Management*, Amsterdam, 22 augustus.
- F.H. Schippers: Ideas for a dynamic datamodel for information systems. *Informatica Colloquium*, CWI, Amsterdam, 5 juni.
- A.P.J.M. Siebes: View updates en semantiek. *ASI (NGI/KIVI) studiedag 'Relationele werkelijkheid. De werkelijkheid in een database gevangen'*, 's-Gravenhage, 21 mei.
- A.P.J.M. Siebes: Using design axioms and topology to model database semantics. *Database Dag*, Universiteit Twente, 12 juni.
- A.P.J.M. Siebes: Using design axioms and topology to model database semantics. *13th International Conference on Very Large Data Bases*, Brighton, UK, 1-4 september.
- A.P.J.M. Siebes: Using design axioms and topology to model database semantics. *Computing Science in the Netherlands '87*, CWI, Amsterdam, 2-3 november
- P.M.B. Vitányi: Atomic shared register access by asynchronous hardware.

- Werkgemeinschaft Theoretische Informatica, vakgroep Informatica, RU Utrecht, 24 april.
- P.M.B. Vitányi: On proving register atomicity. *Computer Science Seminar*, Aiken Computation Laboratory, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA, 29 mei.
- P.M.B. Vitányi: A modest proposal for communication costs in multicomputers. *Princeton Workshop on Algorithm, Architecture and Technology Issues in Models of Concurrent Computations*, Princeton, New Jersey, USA, 1 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Communication costs in multicomputers. *Computer Science Seminar*, Aiken Computation Laboratory, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA, 5 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Locality, communication and interconnect length in multicomputers. Computer Science Department, The University of Chicago, Chicago, Illinois, USA, 7 oktober.
- P.M.B. Vitányi: On proving register atomicity. *Computer Science Seminar*, Department of Computer Science, University of Texas at Austin, Texas, USA, 9 oktober.
- P.M.B. Vitányi: Locality, communication and interconnect length in multicomputers. *Theory of Computing Seminar*, Laboratory for Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, 21 oktober.
- P.M.B. Vitányi: On proving register atomicity & Communication costs in multicomputers, Computer Science Seminar, Computer Science Department, Brown University, Providence, Rhode-Island, USA, 27 oktober.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- CS-R8704 L.M. KIROUSIS, E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI. *Atomic multireader register (detailed abstract)*.
- CS-R8707 B. AWERBUCH, L.M. KIROUSIS, P.M.B. VITÁNYI. *On proving register atomicity*.
- CS-R8708 P.M.B. VITÁNYI. *Locality, communication and interconnect length in multicomputers*.
- CS-R8711 A.P.J.M. SIEBES, M.L. KERSTEN. *Using design axioms and topology to model database semantics*.
- CS-R8713 S.J. MULLENDER. *Process management in a distributed operating system*.
- CS-R8715 L.M. KIROUSIS. *On effectively labeling planar projections of polyhedra*.
- CS-R8722 L.M. KIROUSIS, E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI. *Atomic multireader register*.
- CS-R8723 I. SHIZGAL. *An Amoeba replicated service organisation*.
- CS-R8743 P.M.B. VITÁNYI. *Locality, communication, and interconnect length in multicomputers (revised & expanded)*.



- CS-R8750 S.J. MULLENDER, P.M.B. VITÁNYI. *Distributed match-making.*  
 CS-R8751 MING LI, P.M.B. VITÁNYI. *A very simple construction for atomic multiwriter register (extended abstract).*  
 CS-R8752 MING LI, P.M.B. VITÁNYI. *Tape versus queue and stacks: The lower bounds (revised).*  
 CS-R8754 E. KRANAKIS, K.N. OIKONOMOU. *Fixpoint representations of characteristic sets of linear-time temporal formulas (extended abstract).*  
 CS-R8758 A. ISRAELI, MING LI, P.M.B. VITÁNYI. *Simple multireader registers using time-stamp schemes (extended abstract).*  
 CS-N8702 L.G.L.T. MEERTENS. *An Abstracto reader prepared for IFIP WG 2.1.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- A1 M.L. KERSTEN, A.P.J.M. SIEBES (1987). Using design axioms and topology to model database semantics. *Proc. VLDB-13*, Brighton, UK, 51-60.  
 A2 M.L. KERSTEN, A.P.J.M. SIEBES (1987). Using design axioms and topology to model database semantics. *Proc. Computing Science in the Netherlands*, Amsterdam, 161-174.  
 A3 M.L. KERSTEN, P.M.G. APERS (1987). A distributed main-memory database machine; research issues and preliminary architecture. *Proc. 5th Int. Workshop on Database Machines*, Karuizawa, Japan, 496-512.  
 A4 L.M. KIROUSIS, E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI (1987). Atomic multireader register. *Proc. of the 2nd International Workshop on Distributed Computing*, Amsterdam, Springer Lecture Notes in Computer Science.  
 A5 J.W. KLOP, E. KRANAKIS (1987). Lower bounds for a class of Kosta numbers. *Ars Combinatoria* 23, 121-130.  
 A6 E. KRANAKIS (1987). Approximating the projective model. *Proc. of Mathematical Logic and its Applications*, Druzha, Bulgarije, Plenum Publ. Corp., 273-282.  
 A7 E. KRANAKIS (1987). Fixed point equations with parameters in the projective model. *Journal of Information and Computation*, Vol. 75, No. 3, 264-288.  
 A8 L.G.L.T. MEERTENS (ed.) (1987). Program specification and transformation. *Proc. WG 2.1 Working Conf. held at Bad Tölz*, BRD, North-Holland, Amsterdam.  
 A9 L.G.L.T. MEERTENS, R.S. BIRD (1987). Two exercises found in a book on Algorithmics. L.G.L.T. MEERTENS (ed.). *Program Specification and Transformation*, North-Holland, Amsterdam, 451-457.  
 A10 S.J. MULLENDER (1987). Distributed operating systems. *Computer Standards & Interfaces*, Vol. 6, No. 1, 37-44.  
 A11 S.J. MULLENDER (1987). Process management in distributed operating systems. J. NEHMER (ed.). *Proceedings of Workshop 'Experiences with Distributed Systems'*, Computer Science Lecture Notes, Springer-Verlag, Berlin.

- A12 S.J. MULLENDER (1987). Report on the Second European SIGOPS Workshop 'Making Distributed Systems Work'. *Operating Systems Review*, Vol. 21, No. 1, 49-84.
- A13 S. PEMBERTON (1987). An alternative simple language and environment for PC's. *IEEE Software*, 56-64.
- A14 P.M.B. VITÁNYI (1987). A modest proposal for communication costs in multicomputers. *Proceedings 1987 Princeton Workshop on Algorithm, Architecture and Technology Issues in Models of Concurrent Computations*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

#### *Overige publikaties*

- A15 P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN (1987). *POOL-X Requirements*. PRISMA Report 0080.
- A16 P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN (1987). *First Half-Year Report, PRISMA Database Subproject*. PRISMA Report 0083.
- A17 P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN, C.A. VAN DEN BERG, M. HOUTSMA, E. VAN KUYK, R. VAN DE WEG (1987). *Definition Deliverable for PRISMA/DB*. PRISMA Report 0146.
- A18 C.A. VAN DEN BERG, B. HULSHOF (1987). *Distributed Debugging*. PRISMA Report 207.
- A19 J.C. EBERGEN (1987). *Translating Programs into Delay-Insensitive Circuits*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.
- A20 M.L. KERSTEN (1987). *Conceptual Modelling in Prolog*. PAO-cursus Prolog.
- A21 M. LI, P.M.B. VITÁNYI (1987). *Tape Versus Queue and Stacks: The Lower Bounds*. Techn. Rep. TR-10-87, Center for Research in Computing Technology, Harvard University.
- A22 M. LI, P.M.B. VITÁNYI (1987). *A Very Simple Construction for Atomic Multiwriter Register*. Techn. Rep. TR-10-87, Center for Research in Computing Technology, Harvard University.
- A23 L.G.L.T. MEERTENS (1987). Case Studies van CWI-Onderzoek. W.A.M. ASPERS, H.M. NIELAND (eds.). *Wetenschap in Bedrijf*, CWI, Amsterdam.
- A24 L.G.L.T. MEERTENS (1987). Een nieuwe manier van programmeren. *ZWO-Jaarboek 1986*, Nederlandse Organisatie voor Zuiver-wetenschappelijk Onderzoek, 's-Gravenhage, 204-208.
- A25 S.J. MULLENDER (ed.) (1987). *The Amoeba Distributed Operating System: Selected Papers 1984-1987*, CWI Tract 41, CWI, Amsterdam.
- A26 J.I. SEIFERAS, P.M.B. VITÁNYI (1987). *Counting is Easy*, Techn. Rep. TR225, Department of Computer Science, University of Rochester.
- A27 A.P.J.M. SIEBES (1987). View updates en semantiek. *Relationele Werkelijkheid. De Werkelijkheid in Database Gevangen*, ASI(NGI/KIVI) syllabus.
- A28 P.M.B. VITÁNYI (1987). Theoretische Informatica, Sectie C3. *Poly-Automatiserings Zakboekje*, Koninklijke PBNA B.V., Arnhem, 1-41 (tweede editie).

# Verslag van de afdeling Interactieve Systemen

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

### IS 1 Computer-grafiek

#### 1.1 Grafische standaards

1.2 Een nieuwe architectuur voor interactieve rastergrafiek op basis van VLSI

#### 1.3 Fractals

### IS 2 Gebruikersinterfaces

#### 2.1 Picture-editing

#### 2.2 Constructieve input

### IS 3 Dialoogprogrammering

### IS 4 Intelligente CAD-systemen

#### 4.1 Ontwerptheorie

#### 4.2 IIICAD-systeem

### IS 5 Gebruikersbesturingssystemen

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *IS 1 Computer-grafiek*

*1.1. Grafische standaards.* M. Bakker verzorgde de werkzaamheden verband houdende met het editen van de definitieve tekst van de GKS-3D standaard. Hij was namens het CWI betrokken bij het verkrijgen van het officiële certificaat voor de GKS-standaard implementatie.

F.J. Burger en B.P. Rouwhorst voltooiden de implementatie van GKS-3D en begonnen aan de bijbehorende documentatie. Zij maakten een eerste

verkenning voor een PHIGS-implementatie, zoveel mogelijk op basis van de bestaande GKS-3D implementatie.

In de loop van het verslagjaar groeide internationaal de belangstelling voor een revisie van GKS en GKS-3D om deze aan te passen aan de snel veranderende hardware. Bovengenoemde groep, versterkt met R. van Liere en H.J. Schouten, leverde hiervoor een aantal voorstellen. De groep verzorgde namens het NNI een groot deel van de ISO-werkzaamheden op het gebied van computer-grafiek. Allen namen deel aan de ISO-SC21 bijeenkomst in Valbonne, Frankrijk.

*1.2. Een nieuwe architectuur voor interactieve rastergrafiek op basis van VLSI.* Het projectvoorstel dat in het voorgaande jaar bij STW was ingediend werd dit verslagjaar gehonoreerd. Dit resulteerde in het voortzetten van de samenwerking met de Universiteit Twente (prof.dr. O.E. Hermann, ir. L. Spaanenburg). Met tijdelijke medewerking van V. Akman (IS 4) werd het ontwerp van de nieuwe architectuur verder uitgewerkt. Speciaal voor deze architectuur werd een nieuw Hidden Surface Removal Algoritme ontworpen, geïmplementeerd en geanalyseerd.

Een begin werd gemaakt met het ontwerpen van de kleurfunctie van een patroon. Integratie van belichtingseffecten in het patroon-evaluatie-mechanisme stonden hierbij centraal.

Met medewerkers van de Universiteit Twente werd een deel van de architectuur nader uitgewerkt en een selectie gemaakt van in VLSI te realiseren functies. Gestart werd met software simulatie en analyse van deze deelfuncties.

Ter voorbereiding op een verdere uitbreiding werd in een werkgroep samen met Philips (PTIS) een studie gemaakt van een geavanceerd grafisch werkstation op basis van dataflow-architectuur.

#### *Diversen*

V. Akman, A.A.M. Kuijk en C.G. Trienekens namen deel aan de internationale *Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*. Deze workshop werd gehouden op het CWI op 24 en 25 augustus en georganiseerd door Kuijk en prof.dr. W. Strasser (Universiteit van Tübingen). De workshop werd gesponsord door het CWI en Eurographics. Er waren 27 deelnemers. Door middel van twee voordrachten werd het werk gepresenteerd.

*1.3. Fractals.* Het STW-project voor simulatie van biologische objecten met behulp van fractals werd niet gehonoreerd. J.A. Kaandorp rondde zijn huidige versie van het fractal systeem af. Hij verzorgde samen met prof.dr. H.A. Lauwerier een tutorial over dit onderwerp voor de *EUROGRAPHICS'87* conferentie. Hij hield daar eveneens een voordracht over interactieve generatie van fractals.

## IS 2 Gebruikersinterfaces

**2.1. Picture-editing.** C.L. Blom en P.J.W. ten Hagen maakten een complete analyse van de problemen die voor geavanceerde picture-editors moeten worden opgelost. Met name werden de kwesties betreffende de gebruikersinterface zo scherp mogelijk geformuleerd.

Een klassieke editor kent twee toestanden, n.l. een zoek-toestand, waarin de positie en de omvang van het te wijzigen gedeelte wordt bepaald en de eigenlijke edit-toestand waarin de veranderingen worden aangebracht. De nieuwe klasse (picture-)editors wordt verkregen door toepassing van één nieuwe toestand waarin tussenresultaten van zowel zoek- als verander-toestand kunnen worden bewaard en opgehaald. Deze extra-toestand stelt ons in staat complexere zoek- dan wel verander-operaties te definiëren die samengesteld zijn uit eenvoudiger zoek- en verander-operaties. Deze complexere operaties zijn nodig zodra de te veranderen objecten meervoudig gestructureerd zijn en bovendien niet in één keer op het beeldscherm getoond (kunnen) worden. Anders dan bij tekst-editors, waarbij de volgorde en de structuur van de te bewerken objecten (b.v. letters, woorden) op natuurlijke wijze bepaald wordt door de taal, is bij een picture de opbouw van en de samenhang tussen grafische objecten niet vanzelfsprekend maar i.h.a. sterk afhankelijke van context en toepassingsgebied.

Enerzijds wordt nu verder gewerkt aan een nauwkeurige definitie van de editor-functionaliteit met behulp van deze drie toestanden. Anderzijds wordt een user-interface strategie ontworpen waarbij met behulp van deze toestanden voor de gebruikers weer een zo eenvoudig mogelijk systeem ontstaat dat (automatisch) allerlei ondersteuning biedt voor de manipulatie van de complexe objecten. Hierbij wordt ook een definitie gegeven van tolerantie met betrekking tot onnauwkeurige gebruikersinvoer. De bovengenoemde omgevingstoestand speelt daarbij een hoofdrol.

Een rapport over de definitie en samenhang van deze omgevingen en de behandeling van de grafische gegevens in die omgevingen is in voorbereiding. De grafische informatie wordt als een verzameling objecten gezien, omdat daardoor een meer formele beschrijving mogelijk wordt.

R.J. van Bavel en R. Willemsen maakten een ontwerp en een experimentele implementatie van een vereenvoudigde versie van een picture-editor. Dit werk vormt hun afstudeeropdracht, die ze in 1988 hopen af te ronden. Zij bestuderen met name hoe en in welke mate een eindgebruiker weet heeft dan wel gebruik maakt van de wijze waarop de grafische gegevens zijn gestructureerd. Bij de implementatie werd het DICE-systeem (zie IS 3) gebruikt.

Over hun werkzaamheden gaven Blom en Ten Hagen enkele voordrachten, met name voor de werkgroep gebruikersinterfaces.

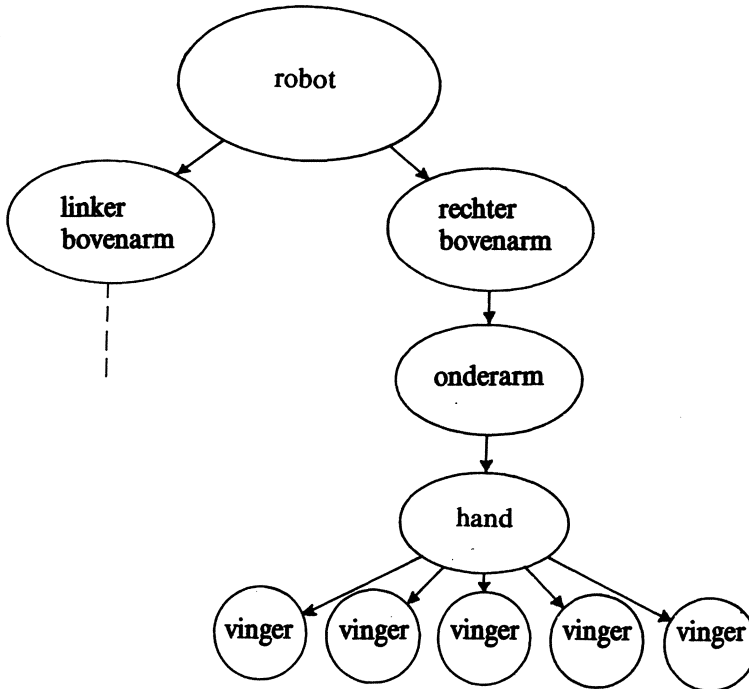
**2.2. Constructieve input.** M.M. de Ruiter en P.J.W. ten Hagen formuleerden een hiërarchiek model voor constructieve input. Hierbij worden op het onderste niveau in de hiërarchie de atomaire inputs onderling vergeleken op mogelijke verbanden. De waargenomen invoer-volgorde helpt daarbij de

waarde te bepalen die aan een zeker verband moet worden gehecht. Op het tweede niveau worden uit deze verbanden z.g. configuraties samengesteld die significant kunnen zijn. Interessant daarbij is onder meer dat ook een geaccepteerde relatie tussen atomaire objecten kan promoveren tot relatie tussen configuraties. Op het derde niveau worden uit de relaties tussen configuraties 3D-interpretaties gegenereerd. Deze worden dan onmiddellijk als feedback aan de gebruiker aangeboden. Bij een voortschrijdend invoerproces kan de gebruiker deze feedback bevestigen, ontkennen, dan wel verbeteren. Uit deze samenwerking ontstaat dan een 3D-model uit een 2D-schets. Het stelsel verbanden wordt beschreven met logische programmeermethoden, zodat de redenerende stappen in het geheel duidelijk worden afgetekend. Op basis van het huidige ontwerp wordt een experimenteel systeem ontwikkeld dat meer formeel beschreven en gepubliceerd zal worden, zodra de resultaten dat rechtvaardigen. Het experimentele systeem wordt geïmplementeerd met behulp van DICE (zie IS 3).

*IS 3 Dialoogprogramming.* Als logisch vervolg op de succesvolle eerste implementatie van DICE, de specificatietaal van het DialoogCELLen systeem, werd begonnen aan een meer formele beschrijving van de taal zodat de interessante eigenschappen duidelijk geformuleerd en bewezen kunnen worden.

P.J.W. ten Hagen en R. van Liere ontwikkelden een interactie-model gebaseerd op z.g. *interactie-units* (soms ook *io-pairs* genoemd). Met behulp van deze *interactie-units* kunnen complexe interacties beschreven worden als opgebouwd uit eenvoudiger interacties. Het totaal effect van zo'n 'interactie-accorde' kan men zien als een functie van de afzonderlijke effecten van de samenstellende eenheden. Dit geldt gelijkelijk voor de interne en externe (= visuele) effecten. De hiërarchie van interactie-eenheden (accorden-hiërarchie) induceert deelhiërarchieën, waaronder grammaticale bomen, gestructureerde gegevensopbouw en beeldorganisatie. In het verslagjaar is de totaal-hiërarchie in een model beschreven. De specifieke eigenschappen van de aldus verkregen grammatica's zijn thans bekend maar moeten nog formeel behandeld worden.

R. van Liere en H.J. Schouten ontwikkelden een z.g. resource-manager voor Dialoogcellen, die in de DICE-taal bestuurd kan worden. Een resource-manager kan gezien worden als een gegeneraliseerde window-manager waarin ook alle fysieke invoerfaciliteiten zijn ondergebracht. De resource-manager is in staat zelfstandig te beslissen welke processen de beschikking krijgen over presentatie ruimte en invoerfaciliteiten. De resource-manager garandeert dat altijd tijdig eenduidig bepaald is voor welke gegadigde de invoer bestemd is. Ten Hagen en Schouten ontwierpen een methode om een bibliotheek van interactie-technieken aan te maken die vanuit het Dialoogcellen Systeem gezien kan worden als atomaire interactie-unit. Van deze atomaire units kan het real-time gedrag nauwkeurig worden bepaald. De dialoogprogrammeur kan hieruit weer het real-time gedrag van een complete user-interface afleiden. Een formele beschrijvingsmethode van deze atomaire units, waarmee bestuurbaarheid via de resource-manager kan worden bewezen, is in bewerking.



*Een robot kan logisch worden beschreven in termen van dialogocellen, die overeenkomen met de diverse componenten (armen, gewrichten, etc.). Dialogocellen staan met elkaar in verbinding via een hiërarchische boomstructuur met zeer strenge communicatieregels. Dit moet garanderen dat bijvoorbeeld de rechter onderarm van de robot niet direct is verbonden met zijn linkerhand.*

D. Soede (STO) voltooide een prototype van een grafische database met bijbehorende interactieve gebruikersinterface voor de opslag van spoorwegemplacement-beschrijvingen. Deze externe opdracht moet onder meer aantonen dat het mogelijk is een informatiesysteem voor complexe technische informatie te voorzien van vele gebruikersinterfaces. Het systeem werd in DICE geïmplementeerd. Uit de evaluatie zijn veel suggesties voor verbetering van DICE voortgekomen.

M. van Dijk was als assistent werkzaam. Hij ontwierp een schema voor classificatie van grafische menu-technieken. Wanneer volgens dat schema een bibliotheek van menu-technieken is opgebouwd is het mogelijk een demonstratie-programma en een selectiemethode voor het samenstellen van menu-systemen te koppelen. De menu-systemen kunnen als DICE-programma's gegenereerd worden. Dit werk, een experiment om de potentie van het Dialogocellen systeem te bepalen, wordt in 1988 voortgezet.

De ervaringen opgedaan met DICE werden gebruikt om de definitie van de taal en de implementatie te verbeteren. De resultaten, met name uit het radicalen systeem (i.e. het grafische sub-systeem van DICE) en de resource-manager,

werden ook vertaald in aanbevelingen om de huidige grafische standaards (GKS en PHIGS) te herzien. Dit revisieproces is thans internationaal gestart. Het moet over ca. drie jaar een nieuw standaard voorstel opleveren.

#### *IS 4 Intelligente CAD-systemen*

**4.1. Ontwerptheorie.** Een eerste poging het ontwerpproces te karakteriseren en daaruit conclusies te trekken voor de functionaliteit van een intelligent CAD-systeem werd voorlopig afgerond. Op soortgelijke wijze werd de behandeling van evoluerende ontwerp-informatie beschreven. Een derde belangrijke voorstudie betreft het gebruik van bestaande kennissystemen. Om algemene kennis efficiënt te kunnen raadplegen moet voor elke toepassing een soort filter gedefinieerd worden die het kennisbestand a.h.w. reduceert tot een meer specifiek, minder gedetailleerd en daardoor efficiënter deelbestand. De samenvatting van deze studies werd vertaald naar eisen, te stellen aan een intelligent CAD-systeem en de specificatietaal voor ICAD-programma's. Het resultaat werd gepresenteerd op de eerste internationale workshop die in het kader van het project werd georganiseerd.

**4.2. IICAD-systeem.** De definitie van het IICAD-systeem werd begonnen na de workshop (21-24 april). V. Akman en T. Tomiyama formuleerden het eerste voorstel voor de taalconstructies van IDDL (Integrated Data Description Language). Zij concentreerden zich daarbij op de logische programmeerconcepten van IDDL. M.M. Megens maakte bij wijze van afstudeerwerk een experimentele implementatie van een gedeelte (Horn-clauses) van IDDL in Smalltalk. P.J. Veerkamp onderzocht methoden om een evoluerend ontwerp-object te representeren. Op grond hiervan gaf hij een nadere invulling van de constructies voor het specificeren van z.g. ontwerp-scenario's in IDDL. Bijzondere aandacht heeft het mechanisme om ontwerpalternatieven te kunnen behandelen tijdens een evolutiestap.

P. Bernus en P.J.W. ten Hagen concentreerden zich op het object-georiënteerde gedeelte van IDDL (als complement van het logische gedeelte). Met name hoe via scenario's logische fragmenten uit de object wereld kunnen worden overgeheveld naar de logische database. Een en ander werd in overeenstemming gebracht met Veerkamps scenario-voorstellen.

V. Akman, geholpen door E. Weijers, bestudeerde methoden om algemene kennis in een IICAD-programma te incorporeren. Zij ontwikkelden voor dit doel een experimenteel systeem voor kwalitatieve simulatie van mechanische verschijnselen. Weijers werkt in dit verband aan een afstudeeronderwerp.

J.L.H. Rogier maakte voorbereidingen voor het integreren van applicatie-informatie in IDDL. Samen met collega's van het ITI bestudeerde hij methoden voor z.g. product-modelling. Hij gebruikte hiervoor dezelfde theoretische studie als voor het ontwerp van IDDL wordt gebruikt. Hierdoor wordt de kans groot dat een interessant gedeelte van zo'n product modeller in IDDL zal kunnen worden beschreven.

Ten Hagen bestudeert de gebruikersinterface van een IICAD-systeem. Hij



tracht een methode te vinden om op gebruikersinterface-niveau de gebruikersinvoer te splitsen in technische informatie en meta-informatie, bij voorbeeld om te kunnen bepalen of technische specificaties, ingevoerd door de gebruiker, moeten worden behandeld als voorstellen ter analyse dan wel als definitieve beslissingen. Bij deze studie wordt gebruik gemaakt van Dialoog Cellen (IS 3). Tezamen met Zs. Ruttkay en F. Arbab wordt een interactie-monitor gedefinieerd die deze meta-informatie beheert. Deze moet uiteindelijk als extensie van het DICE-systeem kunnen worden gerealiseerd.

Over deze activiteiten van de IICAD-groep is door diverse deelnemers intensief gerapporteerd op nationale en internationale conferenties en symposia. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar het hoofdstuk publikaties van dit verslag.

*IS 5 Gebruikersbesturingssystemen.* Gebruikersbesturingssystemen zijn systemen waarin de gebruiker on-line controle heeft over het samenstellen van applicaties uit programmatheken en gegevensbestanden. De gebruiker heeft daarnaast ook on-line controle over een lopend applicatieprogramma. Uiteindelijk kan een gebruikersomgeving ontstaan waarin het onderscheid tussen samenstelling en interactie tijdens gebruik is vervaagd ten gunste van een meer uniforme en beter te gebruiken interface. De besturing van complexe informatiesystemen wordt ernstig bemoeilijkt door een onoverzienbare hoeveelheid bedieningsinstructies. Een meer uniforme gebruikersinterface tezamen met een betere integratie van de systeemcomponenten moet de noodzakelijke verbetering brengen. In dit project worden de integratieproblemen ook behandeld voor zover die samenhangen met gebruikersbesturingsaspecten.

In het verslagjaar werd het project IS 5 een zelfstandig project, los van IS 4. De gezamenlijke aanvraag met de Universiteit Twente (prof.dr.ir. H.J.J. Kals, fac. Werktuigbouwkunde) werd in het verslagjaar geformuleerd, ingediend en gehonoreerd als SPIN-project. In september werd de projectplanningsfase afgerond. W. Eshuis en P.J.W. ten Hagen maakten een voorstel om Dialoog Cellen te gebruiken als basis voor alle user-interfaces en supervisory componenten van het systeem (een werkvoorbereidingssysteem voor een flexibel productiebesturings- en fabricage-systeem). Bijzondere aandacht heeft de installatie van het DICE-systeem in de nieuwe niet-UNIX<sup>TM</sup> omgeving van de projectpartners. Als onderdeel van het project zullen Dialoog Cellen worden uitgebreid met (meer) faciliteiten voor proces-proces communicatie (naast proces-gebruikerscommunicatie).

Veel tijd werd besteed in een gemeenschappelijke werkgroep aan de voorbereiding en aanvraag van een ander SPIN-project, genaamd ICADES. In dit kader is studie gemaakt van de integratie in multidisciplinaire CAD-systemen, met name de gebruikersinterface-aspecten. Een sterk vereenvoudigde variant hiervan wordt toegepast in het ISNAS-project. Bij dit project, dat in april van het verslagjaar van start ging, is IS voor een bescheiden deel betrokken als sub-contractor van het NLR.

Helaas is het ICADES-project als SPIN-project niet gehonoreerd. Als gevolg hiervan heeft het NLR besloten het ISNAS-project nog sterker te concentreren

op de eigen, reeds bestaande, FORTRAN-infrastructuur. Hierbij zijn alle online gebruikers-gecontroleerde aspecten verwijderd. Daarmee werden alle relaties met het eigen onderzoek van IS verbroken. De afdeling overweegt thans zich uit het project terug te trekken.

In het tweede halfjaar kwam een internationaal consortium tot stand voor het indienen van een ESPRIT-II-project voor het ontwikkelen van een geïntegreerde produkt- en produktie-modeller. IS 5 zou hiervoor alle gebruikersinterface-functies ontwikkelen. Bij de voorbereiding werd samengewerkt met TNO/IBBC, eveneens partner in het project.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties e.d.*

*Eurographics.* De afdeling continueerde de actieve betrokkenheid bij de European Association for Computer Graphics, zowel bestuurlijk (P.J.W. ten Hagen, lid uitvoerend comité) als door het ontplooiën van de volgende activiteiten: M.M. de Rooter, chief editor Computer Graphics Forum, A.A.M. Kuijk, co-chairman workshop on Graphics Hardware, T. Tomiyama, chairman first workshop on Intelligent CAD systems en de organisatie van het jaarlijks congres (P.J.W. ten Hagen, voorzitter; W. Eshuis, secretaris; M.M. de Rooter, voorzitter tutorials) dat in 1987 in de Amsterdamse RAI werd gehouden.

Ondanks de hoge deelnemersgelden was dit congres een succes: meer dan 400 deelnemers en een tentoonstelling van meer dan 600 m<sup>2</sup>. Er waren 13 tutorials, zowel inleidend als 'in diepte' over zeer uiteenlopende onderwerpen. Topscorer was 'User Interface Management Systems' met 49 toehoorders. De voordrachten op uitnodiging behandelden o.a. 'High Definition Television' (Jackson) en vijfde generatie CAD-systemen (Bijl, Kimura). Drie van de vijf bijdragen kwamen uit het bedrijfsleven.

De zes panelsessies waren opgezet volgens een strikt scenario en daardoor goed voorbereid; drie panels presenteerden resultaten van gelijknamige workshops. In twee parallele sessies werden 46 papers gepresenteerd. Naast de vaste onderwerpen als Geometric Modelling, Computational Geometry en Standards konden nieuwe sessies worden gewijd aan Fractals, Object-oriented Graphics en Parallellisme.

Wie nog meer afwisseling wilde kon naar de posters, de doorlopende film- en videoshow, of naar de Industrial Seminars van de exposanten voor de bezoekers van de tentoonstelling.

Het sociale programma was met rondvaart, plensbui en ontvangst in het Scheepvaartmuseum vooral leuk voor de buitenlandse bezoekers. Het diner in het Amstelpark werd opgeluisterd met een selectie van ingezonden video's, een (on)gedwongen zangstukje van het organiserend comité en live dixieland muziek. Ook Eurographics kan tevreden zijn; de financiële tegenvallers van de afgelopen jaren zijn hier in één keer ruimschoots goedge maakt.

De afdeling Interactieve Systemen droeg aan de wetenschappelijke inhoud bij door presentatie van drie papers, deelname aan panelsessies (Advanced

Hardware, Intelligent CAD Systems) en deelname aan twee workshops met diverse voordrachten. Twee medewerkers van de afdeling verzorgden in samenwerking met een spreker van buiten het instituut de Tutorials over Fractals en User Interface Management Systems.

### *Colloquia*

*Informatica-colloquium.* Zie onder algemene CWI-Activiteiten.

### *Cursussen*

*Fractals.* J.A. Kaandorp en H.A. Lauwerier gaven een tutorial over: Fractals (Mathematics, Programming and Applications) tijdens de *EUROGRAPHICS '87* conferentie te Amsterdam op 24 augustus.

*User Interface Management Systems.* R. van Lieere verzorgde een tutorial over *User Interface Management Systems* tijdens de *EUROGRAPHICS '87* conferentie te Amsterdam op 25 augustus.

*Computer Graphics and CAD.* Tutorial door P.J.W. ten Hagen gehouden aan de Universiteit van Indonesia te Djakarta op 9 en 10 juni.

### *Werkgroepen*

*Gebruikersinterfaces.* In samenwerking met de afdeling AA is deze werkgroep op het gebied van ergonomische en technische aspecten van gebruikersinterfaces, met name voor zover visueel georiënteerd en interactief, in het verslagjaar voortgezet. In januari werden twee bijeenkomsten gehouden waaraan door ongeveer vijftientig personen is deelgenomen.

*Dialogcellen.* De maandelijkse bijeenkomsten van deze werkgroep werden in het verslagjaar voortgezet. Het aantal deelnemers bedroeg 12, waarvan 6 van buiten het CWI.

Middels voordrachten en discussies werden diverse aspecten van het dialoogcellen-systeem aan de orde gesteld:

- technische aspecten (error recovery, echo syntax)
- toepassingen (picture editors, database interface)
- toekomstige ontwikkelingen (value mechanism, dynamic dialogues).

### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*11th Visegrad Winter School on Foundations of Intelligent Systems,* Vespem, Hongarije, 27-30 januari: P.J.W. ten Hagen (voordracht), T. Tomiyama (voordracht).

*Workshop PHIGKS (Comptabiliteit tussen PHIGS en GKS),* Wenschedorf, BRD, 20-23 januari: B.P. Rouwhorst.

*CAM-I Meeting,* Scheveningen, 13 februari: V. Akman (voordracht), J.L.H. Rogier.

*IFIP WG 5.2 Working Conference Expert Systems in Computer-Aided Design*, Sydney, Australië, 16-20 februari: P.J.W. ten Hagen (voordracht), T. Tomiyama (voordracht).

*Workshop on Interactive Workstations*, Darmstadt, BRD, 5-6 maart: C.L. Blom. *ISO/TC97/SC21/WG2/3D/PHIGS Rapporteur Group Meeting*, Zürich, Zwitserland, 9-13 maart: B.P. Rouwhorst.

*Industriële Automatisering '87*, Amsterdam, 17 maart: W. Eshuis.

*Werkbezoek Digital Equipment*, Valbonne, Frankrijk, 6-7 april: P.J.W. ten Hagen.

*First Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Noordwijkerhout, 21-24 april: V. Akman (sessie-voorzitter), P. Bernus (voordracht), mw. C.E. Both, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen (co-voorzitter, voordracht), mw. M.M. Megens, J.L.H. Rogier, T. Tomiyama (co-voorzitter, voordracht), P.J. Veerkamp, E. Weijers, mw. Z. Ruttkay.

*ISO TC97/SC21/WG2 vergadering*, Valbonne, Frankrijk: 17-27 mei: M. Bakker, F.J. Burger, P.J.W. ten Hagen, mw. M.W.A. Hegt, B.P. Rouwhorst.

*Conferentie over CAD*, Universiteit van Indonesia, Djakarta, 5-13 juni: P.J.W. ten Hagen (tutorial).

*First International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli: V. Akman (voorzitter en organisator minisymposium MS/58, panellid) (voordracht).

*NATO International Advanced Study Institute on the Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD*, Il Ciocco, Italië, 4-17 juli: V. Akman (voordracht), P.J.W. ten Hagen (voordracht), H.J. Schouten.

*Review ISNas*, NLR-NOP, Vollenhoven, 6 juli: W. Eshuis.

*Second International Conference on Applications of Artificial Intelligence in Engineering*, Cambridge, Boston, USA, 4-7 augustus: J.L.H. Rogier.

*Eurographics Workshop High-Level Tools for Window Managers*, Amsterdam, 22-24 augustus: P.J.W. ten Hagen (voordracht), H.J. Schouten.

*Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*, Amsterdam, 24-25 augustus: V. Akman (voordracht), A.A.M. Kuijk (co-voorzitter, voordracht), mw. C.G. Trienekens.

*Eurographics '87*, Amsterdam, 24-28 augustus: V. Akman (voorzitter paper sessie), F. Arbab (voorzitter panel sessie), M. Bakker, P. Bernus (voorzitter panel sessie), C.L. Blom, F. Burger, M. van Dijk, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, J.A. Kaandorp (tutorial en voordracht), A.A.M. Kuijk (voorzitter poster en panel sessie), R. van Liere (tutorial), J.L.H. Rogier, B.P. Rouwhorst, M.M. de Rooter (voorzitter tutorials), H.J. Schouten (voordracht), D. Soede, mw. C.G. Trienekens, P.J. Veerkamp (voorzitter poster sessie) en E. Weijers.

*Basque AI Conference*, San Sebastian, Spanje, 7-11 september: J.L.H. Rogier (voordracht).

*Esprit II, 3 PM-voorstel*, Karlsruhe, BRD, 9-10 september: W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen.

*Esprit II, 3 PM-voorstel*, Essen, BRD, 21 september: W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen.

- Eurographics Workshop The GKS Review*, Disley, UK, 25-27 september: R. van Liere, B.P. Rouwhorst, H.J. Schouten.
- IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, MIT, Boston, USA, 6-8 oktober: P.J.W. ten Hagen (voordracht), P.J. Veerkamp (voordracht).
- Review ISNas*, NLR-NOP, Vollenhoven, 15 oktober: W. Eshuis.
- ACIS cursus*, Los Angeles, California, USA, 1-14 november: R. van Liere.
- Esprit II, 3 PM-voorstel*, Essen, BRD, 24 november: W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen.
- Plenaire vergadering ISO/IEC JTC1/SC24*, Berlijn, BRD, 29 november-4 december: M. Bakker.

#### BEZOEKERS

- Eng. M.R. Gomez (INESC Lissabon, Portugal) 31 augustus.
- Z. Létray (Computer & Automation Institute, Hungarian Academy of Sciences, Boedapest, Hongarije) 27-29 april.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- V. Akman: Intelligent design: The IICAD approach. *CAM-I Meeting*, Scheveningen, 13 februari.
- V. Akman, T. Tomiyama: Intelligent, Integrated, Interactive CAD Systems. Philips Corporate CAD Centre, Eindhoven, 13 mei.
- V. Akman: Steps into a geometer's workbench. *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Parijs, Frankrijk, 30 juni.
- V. Akman: Computational and geometric aspects of robotics (panel). *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics*, Parijs, Frankrijk, 3 juli.
- V. Akman: Geometry and graphics applied to robotics. *NATO International Advanced Study Institute on the Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD*, Il Ciocco, Italië, 15 juli.
- V. Akman: A vector-like architecture for raster graphics. *Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*, Amsterdam, 25 augustus.
- V. Akman: Robotics as a mathematical activity. Faculteit Wiskunde en Informatica, RU Groningen, 12 oktober.
- P. Bernus, Z. Létray: Intelligent systems interconnection - what should come after open systems interconnection. *Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Noordwijkerhout, 22 april.
- P.J.W. ten Hagen: Intelligence in User Interfaces. *11th Visegrad Winter School on Foundations of Intelligent Systems*, Hongarije, 27-30 januari.
- P.J.W. ten Hagen: Organization of Design Knowledge in an Intelligent CAD environment. *IFIP WG5.2 Working Conference Expert Systems in Computer-Aided Design*, Sydney, Australië, 16-20 februari.
- P.J.W. ten Hagen: Intelligent CAD, Theory, Implementation and Application. *Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Noordwijkerhout, 21 april.

- P.J.W. ten Hagen: A model for graphical interaction. *NATO International Advanced Study Institute on the Theoretical Foundations of Computer Graphics and CAD*, Pisa, Italië, 6 juli.
- P.J.W. ten Hagen: Resource management in DICE. *Eurographics Workshop High-Level Tools for Window Managers*, Amsterdam, 22 augustus.
- P.J.W. ten Hagen: Two mainstreams in Intelligent CAD. *IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, MIT, Boston, USA, 6 oktober.
- J.A. Kaandorp: Fractals. *Studieweek Chaotische Dynamische Systemen*, CWI, Amsterdam, 21 augustus.
- J.A. Kaandorp, H.A. Lauwerier: Fractals (mathematics, programming and applications), tutorial. *Eurographics '87*, Amsterdam, 24 augustus.
- J.A. Kaandorp: Interactive generation of fractal objects. *Eurographics '87*, Amsterdam, 26 augustus.
- J.A. Kaandorp: Fractals. *Algemeen CWI Colloquium*, Amsterdam, 30 september.
- A.A.M. Kuijk: An exact incremental hidden surface removal algorithm. *Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*, Amsterdam, 24 augustus.
- R. van Liere: Tutorial on user interface management systems. *Eurographics '87*, Amsterdam, 25 augustus.
- R. van Liere: Resource management in DICE. *Eurographics Workshop High-Level Tools for Window Managers*, Amsterdam, 22 augustus.
- J.L.H. Rogier: Knowledge engineering in design. *Basque AI conference*, San Sebastian, Spanje, 11 september.
- H.J. Schouten: Parallel graphical output from dialogue cells. *Eurographics '87*, Amsterdam, 26 augustus.
- T. Tomiyama: Formalization of design processes. *11th Visegrad Winter School on Foundations of Intelligent Systems*, Vespem, Hongarije, 27-30 januari.
- T. Tomiyama: Organization of design knowledge in an intelligent CAD environment. *IFIP WG 5.2 Working Conference Expert Systems in Computer-Aided Design*, Sydney, Australië, 16-20 februari.
- T. Tomiyama: An integrated data description language for coding design knowledge. *Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Noordwijkerhout, 24 april.
- T. Tomiyama: The intelligent, integrated, interactive CAD project. *CWI Informatica Colloquium*, 12 juni.
- P.J. Veerkamp: Modal logic for describing design knowledge and processes. *IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, MIT, Boston, USA, 8 oktober.

## PUBLIKATIES

### *Rapportenseries*

- CS-R8703 R. VAN LIERE, P. TEN HAGEN. *Introduction to dialogue cells.*  
 CS-R8706 J.A. KAANDORP. *Interactive generation of fractal objects.*

- CS-R8717 T. TOMIYAMA, P.J.W. TEN HAGEN. *The concept of intelligent integrated interactive CAD systems.*
- CS-R8718 P.J.W. TEN HAGEN, R. VAN LIERE. *A model for graphical interaction.*
- CS-R8719 P.J.W. TEN HAGEN, H.J. SCHOUTEN. *Parallel graphical output from dialogue cells.*
- CS-R8720 T. TOMIYAMA, P.J.W. TEN HAGEN. *Organization of design knowledge in an intelligent CAD environment.*
- CS-R8726 V. AKMAN. *Steps into a geometer's workbench.*
- CS-R8727 V. AKMAN. *Geometry and graphics applied to robotics.*
- CS-R8728 T. TOMIYAMA, P.J.W. TEN HAGEN. *Representing knowledge in two distinct descriptions: extensional vs. intensional.*
- CS-R8731 B. VETH. *An integrated data description language for coding design knowledge.*
- CS-R8738 R. VAN LIERE, P.J.W. TEN HAGEN. *Logical input devices and interaction.*
- CS-R8742 P. BERNUS, Z. LÉTRAY. *Intelligent systems interconnection: what should come after open systems interconnection?*
- CS-R8744 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, T. TOMIYAMA. *Design as a formal, knowledge engineered activity.*
- CS-R8745 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, J.L.H. ROGIER, P. VEERKAMP. *Knowledge engineering in design.*
- CS-R8746 R. VAN LIERE, P.J.W. TEN HAGEN. *Resource management in DICE.*
- CS-R8753 M.M. DE RUITER. *C-GKS, A C implementation of GKS, the graphical kernel system.*
- CS-R8756 Y. YAMAGUCHI, F. KIMURA, P.J.W. TEN HAGEN. *Interaction management in CAD systems with a history mechanism.*
- CS-R8762 H.A. LAUWERIER, J.A. KAANDORP. *Fractals (mathematics, programming and applications).*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- I1 V. AKMAN (1987). Unobstructed shortest paths in polyhedral environments. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 251, Springer-Verlag, Heidelberg.
- I2 V. AKMAN (1987). Steps into a geometer's workbench. A.H.P. VAN DER BURGH, R.M.M. MATTHEIJ (eds.). *Proceedings of the First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (Contributions from the Netherlands)*, CWI Tract 36, CWI, Amsterdam, 257-275.
- I3 V. AKMAN (1987). An algorithm for determining an opaque minimal forest of a convex polygon. *Information Processing Letters*, Vol. 24, 193-198.
- I4 V. AKMAN (ed.) (1987). *Four papers on Computational Geometry*, proceedings voor 'Computational and Geometric Aspects of Robotics' First International Conference on Industrial and Applied Mathematics.

- I5 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, J.L.H. ROGIER, P. VEERKAMP (1987). Knowledge engineering in design. *Proceedings 2nd Basque Congress on AI, Spanje*.
- I6 P. BERNUS, Z. LÉTRAY (1987). Intelligent systems interconnection - what should come after open systems interconnection. P.J.W. TEN HAGEN, T. TOMIYAMA (eds.). *Intelligent CAD Systems 1: Theoretical and Methodological Aspects*, proceedings van de First Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Noordwijkerhout. Eurographics Seminars series. Springer-Verlag 44-56.
- I7 W.R. FRANKLIN, V. AKMAN (1987). A simple & efficient haloed line algorithm for hidden line elimination. *Computer Graphics Forum*, Vol. 6, No. 2, 103-110.
- I8 P.J.W. TEN HAGEN, M.M. DE RUITER (1987). Segment grouping, an extension to the graphical kernel system. *Proceedings of Eurographics Workshop The GKS Review*, The European Association for Computer Graphics, Aire-la-Ville (GE), Zwitserland.
- I9 P.J.W. TEN HAGEN, H.J. SCHOUTEN (1987). Parallel graphical output from Dialogue Cells. *Proceedings of Eurographics '87 Conference*, Amsterdam.
- I10 P.J.W. TEN HAGEN, H.J. SCHOUTEN (1987). Size reduction of GKS based on the radical system functionality. *Proceedings of Eurographics Workshop The GKS Review*, The European Association for Computer Graphics, Aire-la-Ville (GE), Zwitserland.
- I11 P.J.W. TEN HAGEN, T. TOMIYAMA (eds.) (1987). *Intelligent CAD Systems 1: Theoretical and Methodological Aspects*. Proceedings van de First Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Noordwijkerhout. Eurographics Seminars series, Springer-Verlag.
- I12 J.A. KAANDORP (1987). Interactive generation of fractal objects. *Proceedings of Eurographics '87 Conference*, North-Holland, Amsterdam.
- I13 A.A.M. KUIJK (1987). Display architectures for VLSI-based graphics workstations. W. STRASSER (ed.). *Advances in Computer Graphics Hardware I*, Eurographics Seminars series, Springer-Verlag.
- I14 R. VAN LIERE, P.J.W. TEN HAGEN (1987). Logical input devices and interaction. *Computer Graphics Forum*, Vol. 6, No. 4, 349-357.
- I15 R. VAN LIERE, P.J.W. TEN HAGEN (1987). Logical input devices and interaction. *Proceedings of Eurographics Workshop The GKS Review*, The European Association for Computer Graphics, Aire-la-Ville (GE), Zwitserland.
- I16 TETSUO TOMIYAMA, HIROYUKI YOSHIKAWA (1987). Extended general design theory. HIROYUKI YOSHIKAWA, EARNEST A. WARMAN (eds.). *Design Theory for CAD*, proceedings of the IFIP WG 5.2 Working Conference 1985, Tokyo, North-Holland, Amsterdam, 95-130.
- I17 TETSUO TOMIYAMA, PAUL J.W. TEN HAGEN (1987). Organization of design knowledge in an intelligent CAD environment. JOHN S. GERO (ed.). *Expert Systems in Computer-Aided Design*, proceedings of the IFIP WG 5.2 Working Conference 1987 (Sydney), North-Holland, Amsterdam, 119-147.
- I18 BART VETH (acroniem voor V. AKMAN, P. BERNUS, P.J.W. TEN HAGEN,



- J.L.H. ROGIER, T. TOMIYAMA, P.J. VEERKAMP) (1987). An integrated data description language for coding design knowledge. P.J.W. TEN HAGEN, T. TOMIYAMA (eds.). *Intelligent CAD Systems 1: Theoretical and Methodological Aspects*, proceedings van de First Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Noordwijkerhout, Eurographics Seminars series, Springer-Verlag, 295-313.
- I19 YASUSHI YAMAGUCHI, FUMIHIKO KIMURA, PAUL J.W. TEN HAGEN (1987). Interaction management in CAD systems with history mechanism. *Proceedings of Eurographics '87 Conference*, North-Holland, Amsterdam.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Numerieke Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE LOPENDE PROJECTEN

- Iteratieve methoden voor lineaire en niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen (prof.dr. A.O.H. Axelsson, KU Nijmegen).
- Analyse van numerieke methoden voor het oplossen van beginwaardeproblemen (prof.dr. M.N. Spijker, RU Leiden).
- Numerieke methoden voor vrije randproblemen die beschreven worden met (partiële) differentiaalvergelijkingen (prof.dr.ir. P. Wesseling, TU Delft).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De numerieke wiskunde houdt zich bezig met ontwerp en onderzoek van methoden waarmee de oplossing van wiskundig geformuleerde problemen benaderd kan worden. Ook de algoritmen, die door computers in een (groot doch) eindig aantal stappen moeten kunnen worden uitgevoerd, en de daaraan ten grondslag liggende methoden en technieken worden binnen de numerieke wiskunde bestudeerd.

Belangrijke inspiratie- en toepassingsgebieden zijn met name de problemen uit de toepassingen der wiskunde die hetzij in termen van differentiaal- en/of integraalvergelijkingen, hetzij in termen van grote algebraïsche stelsels, geformuleerd kunnen worden. Als direct gevolg hiervan kent de numerieke wiskunde vele verbanden met andere delen van de wiskunde en haar toepassingsgebieden.

Als zelfstandige tak van de wiskunde wordt numerieke wiskunde beoefend op een wijze die varieert van zeer theoretisch (waarbij de verankering in de andere deelgebieden van de wiskunde van groot belang is) tot zeer praktisch (onderzoeken hoe men een goed computerprogramma voor het uitvoeren van een numerieke methode construeert). Hier ligt een belangrijk raakvlak met de informatica.

In praktijksituaties fungeert de numerieke wiskunde dikwijls als poort tussen de wiskundige analyse en haar toepassingen in andere disciplines enerzijds en computergebruik anderzijds. De activiteiten variëren dan van deelname in de wiskundige modelvorming tot het efficiënt en verantwoord uitvoeren van (groot) wetenschappelijk en technisch rekenwerk.

Een gebiedsomschrijving van de numerieke wiskunde m.b.v. de AMS Mathematics Subject Classification 1980 kan als volgt gegeven worden:

Hoofdgebieden: 65-XX, 39-XX, 40-XX, 41-XX

Belangrijkste nevengebieden: 15-XX, 33-XX, 34-XX, 35-XX, 45-XX, 46-XX, 47-XX, 49-XX, 68BXX

Belangrijkste toepassingsgebieden: 70-XX, 73-XX, 76-XX, 78-XX, 80-XX, 81-XX, 85-XX, 86-XX, 90-XX, 92-XX

De numerieke wiskunde werd aan alle universiteiten (m.u.v. Groningen, Rotterdam en Limburg) door één of meer kroondocenten beoefend. Daarnaast wordt op dit gebied onderzoek verricht door de afdeling NW van het CWI. Bovendien worden in vele andere (in hoofdzaak natuurwetenschappelijke, technische, economische, e.d.) disciplines numerieke methoden voor specifieke problemen gebruikt, ontworpen en onderzocht.

Gebieden binnen de numerieke wiskunde waaraan bij de verschillende instituten aandacht wordt geschonken zijn:

Aandachtsgebied	Instituten en Instellingen
Lineaire algebra	TUE,RUU,UvA,KUN
Approximatietheorie	UT,RUG,TUE,RUU,CWI(TW)
Iteratieve methoden	RUL,TUD,RUU,KUN,CWI(NW)
Niet-lineaire stelsels & optimalisering	UT,RUL,TUE,CWI(MB),KUN
Problemen uit de stromingsleer	WL,NLR,TUD,KNMI,UT,CWI(NW)
Eindige-elementen-methoden	WL,TUE,TUD,UT,KUN,VUA
Singuliere storingsproblemen	KUN,VUA,CWI(NW),UT
Beginwaardeproblemen	RUL,CWI(NW),KUN,VUA
Randwaardeproblemen	TUD,RUU,UT,TUE,KUN, CWI(NW),VUA
Multiroostertechnieken	TUD,CWI(NW),KUN
Volterra-vergelijkingen	CWI(NW)
Numerieke getaltheorie	CWI(NW,ZW)
Numerieke programmatuur	UvA,RUG,TUE,UT,TUD,CWI(NW)
Algoritmen voor supercomputers	RUG,RUU,CWI(NW),TUD,VUA
Algemene numerieke principes (stabiliteit, complexiteit, afrondfouten, interval aritmetiek e.d.)	TUE,UvA,RUL

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Iteratieve methoden voor lineaire en niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen*

Projectleider : prof.dr. A.O.H. Axelsson  
 Medewerkers : drs. B.J.M. Polman  
 : drs. J.M.L. Maubach (vanaf 1 juli 1986)  
 Aanvangsdatum : 1 december 1984

A. (B.J.M. Polman) Het onderzoek in 1987 is gericht geweest op matrix-decomposities gebaseerd op domein-decompositiemethoden. Twee toepassingen zijn bekeken:

1. Als preconditioniemethode en een iteratief proces, b.v. Prec. Conj. grad.
2. Als correctie matrices in een multigrid proces.

Ad 1. Twee verschillende decomposities zijn bekeken gebaseerd op verschillende domein decomposities.

- a. Het domein wordt verdeeld in strips. De preconditioniematrix wordt verkregen als een incomplete blokfactorisatie waarin de blokken corresponderen met de strips en waar de modificatie van de diagonaalblokken in de factorisatie wordt bepaald door de keuze van twee bijzondere modificatievectoren. Deze methode blijkt in het bijzonder voor gladde oplossingen zeer snel te convergeren (zie publikatie 5).
- b. Het domein in tweeën verdeeld en het probleem wordt gereduceerd tot de scheidende lijn (Schur complement vorm). Voor het gereduceerde stelsel is een nieuwe preconditioniematrix getest en geanalyseerd. De convergentie is onafhankelijk van  $h$  maar hangt wel af van de aspectratio. Dit is op te lossen door het recursief toepassen van de methode met alternerende richtingen voor de scheidende lijn. Rapport is in voorbereiding (publikatie 6).

Ad 2. De snelle convergentie van de preconditioniematrix in 1a, voor gladde oplossingen gaf aanleiding om deze te combineren met een smoother in een multirooster V-cycle. De combinatie van robuuste smoothers op het fijne rooster en de corrector op een grover rooster (eventueel met een uitwendige acceleratie methode) geeft uitstekende resultaten. Een rapport is in voorbereiding (publikatie 6).

B. (J.M.L. Maubach). Het onderzoek in 1987 was gericht op het zodanig herformuleren van de volledige potentiaalmethod voor sommige problemen dat het Newton-algoritme gebruikt kan worden voor het oplossen van transonische problemen (met zwakke schokken). Daartoe is o.a. bestudeerd:

- (1) Continueringsmethode, met als parameter de stromingssnelheid, in combinatie met een Newton-methode. Echter, bij het binnengaan van het transonische gebied treedt multificatie op. Er is gezocht naar een een-

voudig te implementeren restrictie van de mogelijke oplossingen (een entropy voorwaarde).

- (2) Streamline upwind voor de dichtheid in de vol. pot. form. De resultaten hiervan waren zeer afhankelijk van allerlei te kiezen kleine parameters. Naar een doeltreffende manier wordt nog gezocht.
- (3) Herformulering van de vol. pot. form. door een door Necas voorgestelde z.g. 'alternating functional minimization'. Voor deze nieuwe formulering werden Hessiaan en gradiënt berekend. Er zal misschien blijken uit de testresultaten dat de methode minder efficiënt is.
- (4) Herformulering van de vol. pot. tot op convectie-diffusievorm. Waarschijnlijk is dat de keuze van 'upwind' basisfuncties in dit geval de gezochte entropy conditie zal geven. Testresultaten worden begin 1988 verwacht.

Verder werd de factorisatie methode van matrices (publikatie 7) getest op het lineaire systeem van Navier's equations. De resultaten hiervan bevestigden het nut van de factorisatie. Tenslotte werd er met behulp van spline technieken vloeiende EEM rooster generatie voor zowel vliegtuigvleugels (b.v. NACA 0012) als wel als windtunnels ontworpen. Tevens is het daarmee mogelijk lokaal in shocks te verfijnen.

Een herziene versie van het rapport, publikatie (7) is geschreven en wordt opnieuw aangeboden voor publikatie.

#### *Publikaties*

1. B. POLMAN (1987). Incomplete factorizations of (blok)  $H$ -matrices. *Linear Algebra and its Applications*, 90, 119-132.
2. R. ERMERS, B. POLMAN (1987). On the eigenvalues of the structure matrix of matrices of zeros and ones. *Linear Algebra and its Applications*, 95, 17-41.
3. V. EIJKHOUT, B. POLMAN. Decay rates of inverses of banded  $M$ -matrices that are near to Toeplitz Matrices, to appear in *Linear Algebra and its Applications*.
4. O. AXELSSON, V. EIJKHOUT, B. POLMAN, P. VASSILEVSKI (1987). *Iterative Solution of Singular Perturbation 2-nd Order Boundary Value Problems by Use of Incomplete Block-Matrix Factorization Methods*. Report 8709, Department of Mathematics, University of Nijmegen.
5. O. AXELSSON, B. POLMAN (1987). *Block Preconditioning and Domain Decomposition Methods, I*. Report 8735, Department of Mathematics, University of Nijmegen, submitted.
6. O. AXELSSON, B. POLMAN. *Block Preconditioning and Domain Decomposition Methods, II & III*, in preparation.
7. O. AXELSSON, J. MAUBACH. *On the Updating and Assembly of the Hessian Matrix in Finite Element Methods*, submitted.
8. J. MAUBACH. *The Introduction of Artificial Diffusion to Obtain a Coersive Hessian Matrix*, in preparation.

*Deelname aan conferenties*

ICIAM, Parijs, 29 juni-3 juli: B.J.M. Polman.

Twaalfde Conferentie van Numeriek Wiskundigen, Zeist, 5-7 oktober: J.M.L. Maubach.

Huitième Colloque International d'Inria, Versailles, 14-18 december: J.M.L. Maubach.

*Bezoeker*

Prof.dr. H. Mittelman, Tempe, Arizona, 28 september - 4 oktober.

*Analyse van numerieke methoden voor het oplossen van beginwaardeproblemen*

Projectleider : prof.dr. M.N. Spijker  
 Medewerker : drs. H.W.J. Lenferink  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

*De voortgang in het onderzoek*

1. Het contractiviteitsonderzoek van expliciete lineaire  $k$ -stapsmethoden is met succes voltooid. De resultaten van dit onderzoek zijn neergelegd in de hieronder vermelde publikatie no. 3.
2. Voortgang is geboekt in het contractiviteitsonderzoek van impliciete  $k$ -stapsmethoden. In het bijzonder is inzicht verkregen in de mate waarin het drempelgetal van een methode afhankelijk is van de gebruikte test-vergelijking.
3. Er zijn nieuwe inzichten gewonnen met betrekking tot stabiliteitsschattingen die een groei van de orde  $\sqrt{n}$  (voor  $n \rightarrow \infty$ ) bevatten. In de hieronder vermelde publikatie no. 2 wordt hier verslag over uitgebracht.

*Publikaties*

1. J.F.B.M. KRAAIJEVANGER, H.W.J. LENFERINK, M.N. SPIJKER (1987). Stepsize restrictions for stability in the numerical solution of ordinary and partial differential equations. *J. of Comp. and App. Math.* 20, 67-81.
2. H.W.J. LENFERINK, M.N. SPIJKER (1987). *The Relevance of Stability Regions in the Numerical Solution of Initial Value Problems*. Inst. of App. Math. and Comp. Sc., University of Leiden, The Netherlands, Report TW-87-01.
3. H.W.J. LENFERINK (1987). *Contractivity Preserving Explicit Linear Multistep Methods*. Inst. of App. Math. and Comp. Sc., University of Leiden, The Netherlands, Report TW-87-07.

*Deelname aan conferenties*

23e Nederlands Mathematisch Congres, Utrecht, 15-16 april: H.W.J. Lenferink.

Twaalfde Conferentie van Numeriek Wiskundigen, Zeist, 5-7 oktober: H.W.J. Lenferink.

*Bezoeker*

In het kader van het project heeft, op kosten van de Stichting Mathematisch Centrum, prof.dr. M. Crouzeix (Universiteit van Rennes, Frankrijk) de Leidse Universiteit bezocht. Zijn werkbezoek vond plaats van 1 tot 8 maart.

*Numerieke methoden voor vrije randproblemen die beschreven worden met (partiële) differentiaalvergelijkingen*

Projectleider : prof.dr.ir. P. Wesseling  
 Medewerker : -

Dit project is nog niet gestart omdat nog geen geschikte kandidaat voor de uitvoering van dit project gevonden was.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen*

De twaalfde Conferentie van Numeriek Wiskundigen werd gehouden van maandag 5 tot en met woensdag 7 oktober in het conferentie-oord 'Woudschoten' te Zeist. Evenals in voorgaande jaren waren er twee thema's:

- Het numeriek oplossen van bifurcatieproblemen, en homotopiemethoden.
- Hyberbolische differentiaalvergelijkingen en zwak reflecterende randen.

Voor ieder thema hielden enkele uitgenodigde sprekers twee lezingen. Deze sprekers waren voor het eerste thema:

- H.D. Mittelman (Arizona State University, Tempe, USA): Continuation methods for parameter-dependent boundary value problems (twee voordrachten).
- H. Schwetlick (Martin-Luther-Universität, Halle, DDR): Basic techniques in path following algorithms and applications to homotopy methods en Numerical methods for computing turning points of nonlinear equations.
- A. Spence (University of Bath, UK): The numerical computation of bifurcation points arising in the finite Taylor problem en The use of singularity theory in the numerical analysis of bifurcation problems.

Uitgenodigde sprekers voor het tweede thema waren:

- B. Gustafsson (Uppsala University, Zweden): Nonreflecting conditions for the wave equations. Well-posedness and stability en Far field boundary conditions for first order systems. Applications to the Euler equations.
- A. Lerat (E.N.S.A.M., Parijs, Frankrijk): A unified presentation of difference schemes for hyperbolic systems of conservation laws en An implicit centered scheme without artificial viscosity for the calculation of steady compressible flows with shocks.

Vier sprekers hadden zich aangemeld voor een korte voordracht:

F.P.H. van Beckum (Universiteit Twente): Discretizations conserving energy and other constants of the motion.

J.I. van den Berg (Nat. Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium): Well-posedness of combining characteristic boundary conditions and conservation equations at boundaries of cell-centered 3D Euler-flow calculations.

M. van Veldhuizen (VU Amsterdam): On numerical methods for invariant curves.

A.J.N. Vreenegoor (TU Delft): A numerical study of nonlinear wave-interactions in bubbly two-phase flow.

De organisatie van de conferentie was in handen van de voorbereidingscommissie, bestaande uit prof.dr.ir. C.R. Traas, prof.dr. A. van der Sluis, prof.dr. H.A. van der Vorst en dr. W.H. Hundsdorfer. Ondersteuning bij de organisatie werd gegeven door het Centrum voor Wiskunde en Informatica.

#### WETENSCHAPPELIJKE BIJENKOMSTEN VAN DE WGM

Zoals gebruikelijk vond een wetenschappelijke bijeenkomst van de WGM plaats in het wiskundegebouw van de RU te Utrecht.

Bij deze 19de bijeenkomst op maandag 16 maart spraken:

Th.J. Dekker (Universiteit van Amsterdam, W. Hoffmann co-auteur): Rehabilitatie van de Gauss-Jordan algoritme.

S.P. Spekreijse (CWI): Oplossingen van de stationaire Euler-vergelijkingen met multigrid.



# Verlag van de Werkgemeenschap

## Stochastiek

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Coderingsproblemen in ergodentheorie (prof.dr. M.S. Keane, TU Delft).
- Statistische analyse van tijdreeksen (prof.dr. C.L. Scheffer, TU Delft).
- Structuur van limietstellingen in de kanstheorie (prof.dr. W. Vervaat, KU Nijmegen).
- Het convex omhulsel van een steekproef in  $\mathbb{R}^k$  (prof.dr. L.F.M. de Haan, EU Rotterdam).
- Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt (prof.dr. P.J. Rousseeuw, TU Delft).
- Statistiek voor grote parameterruimten (prof.dr. F.H. Ruymgaart, KU Nijmegen).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het onderzoeksterrein van de werkgemeenschap omvat de kansrekening en de statistiek.

Mathematische statistiek is de theorie van wiskundige modellen, die geschikt zijn voor praktische problemen waarin toevallige verschijnselen een grote rol spelen. De wiskundige basis van de statistiek is de kansrekening. Bij de ontwikkeling van deze modellen wordt in het bijzonder gelet op de doeltreffendheid, robuustheid en de aanpassing aan de praktische situatie.

De mathematische statistiek is erop gericht methoden te ontwikkelen voor het aanpassen van modellen aan een beperkt aantal waarnemingen, maar ook asymptotische methoden zijn van groot belang. De opzet van experimenten in coördinatie met modelkeuze en statistische analyse van de resultaten vormt een apart hoofdstuk van de statistiek.

Tezamen genomen vormen opzet, modelkeuze, analyse en wijze van trekken van conclusies een statistische procedure. De taak van de mathematische statistiek is samen te vatten als het ontwerpen, bestuderen en vergelijken van statistische procedures. Daarnaast wordt ook de analyse van massale data, vaak zonder duidelijke kanstheoretische achtergrond, tot de statistiek gerekend.

De kansrekening is, formeel wiskundig, nauw verwant aan de analyse, i.h.b. de maattheorie. Het eigen karakter van de kansrekening ligt vooral in de bijzondere heuristiek. Zo hebben de kanstheoretische toepassingen in o.a. potentiaaltheorie en ergodentheorie een diepere betekenis dan alleen maar een nieuwe wiskundige techniek: zij voegen een nieuwe dimensie toe aan het inzicht in deze onderwerpen.

Daarnaast vindt men ook toepassingen, die meer op klassieke analyse gebaseerd zijn. Dit geldt voor een groot deel van de mathematische statistiek, maar b.v. ook in de typische kanstheoretische leer van de wachttijden.

Op het gebied van de mathematische statistiek is het onderzoek van verdelingsvrije methoden, empirische verdelingsfuncties en asymptotische statistiek voortgezet. Daarbij wordt thans vooral veel aandacht geschonken aan schattingstheorie bij grote parameterruimten.

Er is voorts veel belangstelling voor tal van meer toegepaste onderwerpen, zoals tijdreeksen, levensduurproblemen, discriminantanalyse, regressie en variantie-analyse en toetsen voor aanpassing. In de kansrekening is voortgegaan met het onderzoek naar limietstellingen, stochastische systeemtheorie en speciale stochastische processen zoals: Brownse beweging, stochastische wandeling, Markov-ketens, maxima en records, meerdimensionale puntprocessen, stabiele processen, martingaaltheorie, wachttijd- en vernieuwingstheorie en met dit alles direct verband houdende niet-stochastische wiskundige hulpmiddelen.

Verder wordt onder meer onderzoek verricht naar coderingsproblemen en ergodentheorie, stochastiek in combinatoriek, oneindige deelbaarheid.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Coderingsproblemen in ergodentheorie*

Projectleider : prof.dr. M.S. Keane  
 Medewerkers : ir. M. Martens (vanaf juli 1986)  
                   drs. V. de Valk (vanaf september 1984)  
 Aanvangsdatum : 1 maart 1982

1. Het onderzoek van ir. M. Martens bestond uit het bestuderen van iteraties van homeoformismen van de cirkel. Met name werd de verzameling van recurrente punten bestudeerd. Het onderzoek resulteerde in een generalisatie van een stelling van Yoccoz. Helaas is nog niet de meest algemene vorm van de stelling bereikt. Hier ligt dus nog werk voor volgend jaar. Het is nu mogelijk een volledige invariant te geven voor Cherry-flows. Begin 1988 zal van dit resultaat een verslag verschijnen.

2. In samenwerking met Aaronson, Gilat (Tel Aviv University, Israel) en Keane heeft drs. V. de Valk een twee-parameter-familie gevonden van tegenvoorbeelden van 1-afhankelijke processen die geen twee-blok-factor zijn van een i.i.d. rij. Het vermoeden dat elk 1-afhankelijk proces een twee-factor (ook wel genoemd 'indicator-proces') is, is hiermee ontkracht. In samenwerking met Gandolfi (C.N.R., Italië) en Keane heeft De Valk bewezen dat een 1-afhankelijk proces wel noodzakelijk een twee-blok-factor is onder een extremale conditie op de twee-correlatie. Zij hebben de maximale twee-correlatie (kans op twee opeenvolgende enen) berekend over de klasse van 0-1 waardige stationaire 1-afhankelijke processen bij vaste kans op een 1. De processen waar deze maximale twee-correlatie wordt aangenomen zijn allen twee-blok-factors, en in het geval dat de kans op een 1 ongelijk is aan  $\frac{1}{2}$ , wordt deze maximale twee-correlatie uniek aangenomen. In het geval van kans op een 1 gelijk aan  $\frac{1}{2}$  bestaan er precies twee processen met maximale twee-correlatie. Voor de minimale twee-correlatie zijn partiële resultaten bereikt.
- De discrete versie van het probleem van extremale twee-correlaties is volledig opgelost. De maximale en minimale twee-correlatie over de klasse van 0-1 waardige twee-blok-factors van een i.i.d. rij van stochastische variabelen (die elk uniform verdeeld zijn over een eindig aantal waarden) bij vaste kans op 1 is berekend. In termen van matrices geformuleerd, is dit de maximale en minimale waarde van  $\|M^2\|'$  over de klasse van 0-1 waardige  $N \times N$ -matrices  $M$  met  $K$  enen (bij vaste  $N$  en  $K$ ).

#### *Publikaties*

1. J. AARONSON, M. GILAT, M. KEANE, V. DE VALK (1987). *An Algebraic Construction of a Class of One-Dependent Processes*. Report 87-65, TU Delft.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

*Colloquium Topologie* (wekelijks, TU Delft): M. Martens.

*Seminarium Ergodentheorie en Dynamische Systemen* (wekelijks, TU Delft): M. Martens, V. de Valk.

*Mark Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica* (maandelijks, Universiteit van Amsterdam): V. de Valk.

*23ste Nederlands Mathematisch Congres*, 15-16 april, Utrecht: V. de Valk.

*Workshop Topological Markov Shifts and Related Topics*, 2-24 juni, Heidelberg: M. Martens.

*Bijeenkomst Stochastici*, 16-18 november, Lunteren: M. Martens, V. de Valk.

#### *Statistische analyse van tijdreeksen*

Projectleider : prof.dr. C.L. Scheffer  
 Medewerker : drs. A. Sieders (vanaf 1 juli 1983)  
 Aanvangsdatum : 1 januari 1982

1. In 1987 werd het onderzoek afgerond naar parameterschattingen in niet-lineaire regressiemodellen en stationaire Gibbs-velden in  $\mathbb{Z}^d$ , en naar asymptotische eigenschappen van Toeplitz-matrices. Over het laatste deel van dit onderzoek werd contact onderhouden met R.Z. Hašminskii (Leningrad). Tenslotte werd enige aandacht geschonken aan de optimale bemonstering bij het schatten van de verwachtingswaarde van een stationair proces.
2. De onderzoeksresultaten werden neergelegd in een artikel, dat verscheen in de *Annals of Statistics*, en in een academisch proefschrift, waarop A. Sieders op 25 juni promoveerde (promotor: prof.dr. C.L. Scheffer).

#### *Publikaties*

1. A. SIEDERS, K. DZHAPARIDZE (1987). A large deviation result for parameter estimators and its application to nonlinear regression analysis. *Ann. Statist.* 15, 1031-1049.
2. A. SIEDERS (1987). *Estimation of Spectral and Nonlinear Regression Parameters*. Academisch proefschrift, TU Delft.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

*Werkbezoek aan Universiteit Rome*, januari: A. Sieders.

*23e Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15-16 april: A. Sieders.

#### *Structuur van limietstellingen in de kanstheorie*

Projectleider : prof.dr. W. Vervaat  
 Medewerker : drs. G.J.J. Gerritse  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1983

1. Het project is als door SMC ondersteunde activiteit geëindigd per 1 mei 1987. Een aantal afsluitende werkzaamheden loopt nog door.
2. In 1987 heeft drs. G.J.J. Gerritse het werk voortgezet aan een artikel over zelfontbindbaarheid van kansverdelingen in continue tralies voorzien van een groep endoformismen. Samen met twee voorgaande artikelen gaat dit zijn proefschrift vormen. Op de *Statistische Dag* hield hij een voordracht over supremum-zelfontbindbare stochasten.
3. In april is dr. C.M. Goldie (Brighton, UK) een week op bezoek geweest, ondersteund door SMC. Gewerkt is aan een artikel over asymptotiek van stochastische iteraties (auteurs C.M. Goldie en W. Vervaat).
4. Uit de samenwerking met dr. M. Maejima (Yokohama, Japan; op bezoek in Nijmegen in september 1986, ondersteund door SMC) is een rapport voortgekomen (zie Publikaties), dat na herziening zal verschijnen in *Stochastic Processes and their Applications*.

*Publikaties*

1. Y. KASANARA, M. MAEJIMA, W. VERVAAT (1987). *Log-Fractional Stable Processes*. Tech. Report 177, Center for Stochastic Processes, University of North Carolina.

*Deelname aan colloquia en conferenties*

*Werkgroep Mathematische Morfologie*, CWI, januari-juni: G.J.J. Gerritse.  
*Statistische Dag*, Utrecht, 13 april: G.J.J. Gerritse.

*Het convex omhulsel van een steekproef in  $\mathbb{R}^k$* 

Projectleider : prof.dr. L.F.M. de Haan  
 Medewerker : drs. H.A. Brozius  
 Aanvangsdatum : 1 september 1984

Na het voltooien van een tweede artikel over de convergentie van allerlei verwachtingen zoals het aantal hoekpunten en zijvlakken, de omtrek en inhoud van het convex omhulsel (zie hieronder) kwam de variantie van het aantal hoekpunten in het middelpunt van de belangstelling te staan. Inmiddels is de convergentie hiervan onder bepaalde condities aangetoond en daarbij is er ook een uitdrukking gevonden voor de limiet.

Daarnaast is er een begin gemaakt met de bestudering van de eventuele bijna zekere convergentie van het convex omhulsel. Ook is er in het asymptotische geval een stochastisch proces onder de loep genomen dat grote overeenkomst vertoont met een Markov-proces. In juni is er zowel door de projectleider als door de projectuitvoerder een internationaal congres bijgewoond in Santa Barbara, California, USA. Daar stond de zogenaamde 'extreme-value-theory' centraal, en door Brozius werd er een lezing gegeven over vooral de inhoud van het hieronder genoemde artikel.

*Publikaties*

1. H.A. BROZIUS. Convergence in mean of some characteristics of the convex hull. Verschijnt in *J. Applied Probability*.

*Deelname aan colloquia en conferenties*

*Extremes of Random Processes in Applied Probability*, Santa Barbara, California, USA, 22-25 juni: H.A. Brozius, L.F.M. de Haan.

*Bijeenkomst Stochastici*, Lunteren, 16-18 november: H.A. Brozius, L.F.M. de Haan.

*Voordrachten*

H.A. Brozius: Convergence in mean of some characteristics of the convex hull. University of Santa Barbara, juni.

*Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt*

Projectleider : prof.dr. P.J. Rousseeuw  
 Medewerker : drs. H.P. Lopuhaä  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1986

In 1987 is allereerst rapport [1] afgerond. Daarna is het onderzoek naar locatie en covariantie  $S$ -schatters voortgezet. Er is verband aangegeven tussen  $S$ -schatters en de multivariate  $M$ -schatters. Dit heeft opgeleverd: asymptotische normaliteit voor  $S$ -schatters met een gladde  $\rho$ -functie en de expressie voor de invloedfunctie van multivariate  $S$ -schatters. Deze bevindingen zijn samengevat in een onderzoeksrapport. Vervolgens is er een begin gemaakt met de constructie van twee asymptotische efficiënte locatie en covariantie schatters met tevens een hoog breekpunt. Een rapport over de robuustheid en asymptotiek van de efficiënte locatie schatter met hoog breekpunt zal binnenkort worden afgerond. Het onderzoek naar een efficiënte locatie-covariantie schatter met hoog breekpunt is nog steeds gaande.

*Publikaties*

1. H.P. LOPUHAÄ (1987). *Breakdown Points of Affine Equivariant Estimators of Multivariate Location and Covariance Matrices*. Onderzoeksrapport 87-14, TU Delft.
2. H.P. LOPUHAÄ (1987). *On the Relation between S-Estimators and M-Estimators of Multivariate Location and Covariance*. Onderzoeksrapport 87-30, TU Delft.
3. H.P. LOPUHAÄ (1987). *Highly Efficient Estimates of Multivariate Location with High Breakdown Point*. Onderzoeksrapport, TU Delft.

*Deelname aan colloquia en conferenties*

*Bijeenkomst Stochastici, Lunteren, 16-18 november: H.P. Lopuhaä.*

Vanwege het verhuizen van professor Rousseeuw naar de Universiteit van Fribourg, is de heer Lopuhaä op werkbezoek geweest in Fribourg in oktober.

*Statistiek voor grote parameterruimten*

Projectleider : prof.dr. F.H. Ruymgaart  
 Medewerker : drs. J. Janssen  
 Aanvangsdatum : 22 december 1986

Op het gebied van de (toepassingen van) empirische processen is aandacht besteed aan spacings, toepassingen op tijdsreeksen, stochastisch gecensureerde waarnemingen, GL-statistics en discriminant analyse. Voor wat betreft het onderdeel schattingstheorie op topologische groepen heeft het onderzoek zich geconcentreerd op het schatten van dichtheden op variëteiten en een Cramer-

Rao ongelijkheid voor variabelen in variëteiten. Drs. J. Janssen was door ziekte niet in staat gedurende 1987 aan het project mee te werken.

#### *Publikaties*

1. P. DEHEUVELS, J.H.J. EINMAHL, D.M. MASON, F.H. RUYMGAART (1987). *The Almost Sure Behaviour of Maximal and Minimal Multivariate Spacings*. Report 87-1, Univ. Delaware, verschijnt in *J. Multivar. Anal.*
2. K.C. CHANDA, F.H. RUYMGAART (1987). *Asymptotic Estimate of Probability of Misclassification for Discriminant Rules Based on Density Estimates*. Techn. Report, Texas Techn. Univ., Lubbock.
3. K.C. CHANDA, F.H. RUYMGAART (1987). General linear processes: a property of the empirical process applied to density and mode estimation. *Mimeo Series 1736*, Dept. Statist., UNC, Chapel Hill.
4. H. HENDRIKS (1987). *A Cramer-Rao Type Lower Bound for Estimators with Values in a Certain Manifold*. Report 8705, KU Nijmegen.
5. H. HENDRIKS, F.H. RUYMGAART (1987). A Cramer-Rao type inequality for random variables in Euclidean manifolds. *Mimeo Series*, Dept. Statist., UNC, Chapel Hill.
6. F.H. RUYMGAART (1987). Some properties of bivariate empirical hazard processes under random censoring. *Mimeo Series 1739*, Dept. Statist., UNC, Chapel Hill.

#### *Voordrachten*

- F.H. Ruymgaart: Empirical processes with applications in generalized  $L$ -statistics, Baltimore, USA.
- F.H. Ruymgaart: The Cramer-Rao inequality for statistics with values in certain manifolds, Newark, USA.
- F.H. Ruymgaart: Empirical processes with applications in time series, Chapel Hill, USA.
- F.H. Ruymgaart: Empirical processes with applications in hazard rate estimation under random censoring, Pittsburgh, USA.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering (prof.dr. A. Schrijver, KU Brabant/CWI).
- Randwaardeproblemen in de analyse van stochastische wandelingen en wachttijdmodellen (prof.dr.ir. J.W. Cohen, RU Utrecht, prof.dr.ir. O.J. Boxma, KU Brabant/CWI).
- Meetkundige aspecten van oneindig-dimensionale systemen (prof.dr. R.F. Curtain, RU Groningen).
- Singuliere en singulier-gestoorde optimale besturingsproblemen (prof.dr.ir. M.L.J. Hautus, TU Eindhoven).
- Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsgebieden (prof.dr. S.H. Tijs en prof.dr.ir.drs. O.J. Vrieze, beiden KU Nijmegen).
- Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie (dr. G. van der Hoek, prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan, prof.dr.ir. A.W.J. Kolen, allen EU Rotterdam).
- Markov-beslissingsprocessen (prof.dr. A. Hordijk, RU Leiden).
- Gevoelighedsanalyse voor combinatorische optimalisering (prof.dr.ir. A.W.J. Kolen, RU Limburg/EU Rotterdam).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De mathematische besliskunde houdt zich bezig met het opstellen en analyseren van wiskundige modellen van beslissingssituaties, en met het ontwikkelen van bijbehorende oplossingsmethoden. In de systeemtheorie worden dynamische verschijnselen bestudeerd met het oog op regeling en voorspelling. Het terrein dat aldus door de werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie wordt bestreken kenmerkt zich door een veelheid aan mogelijke



toepassingsgebieden en evenzeer een veelheid aan potentieel bruikbare technieken.

Als voorbeelden van punten waarop onderzoek binnen de werkgemeenschap zich richt kunnen worden genoemd:

1. Binnen de mathematische besliskunde:
  - *combinatorische optimalisering*: polyhedrale methoden, probabilistische analyse, parallelle berekeningen;
  - *niet-lineaire optimalisering*: niet-differentieerbare en globale optimalisering, parallelle berekeningen;
  - *stochastische modellen*: analyse en besturing van communicatienetwerken, risico- en betrouwbaarheidsanalyse;
  - *speltheorie*: oplossingsbegrippen voor coöperatieve spelen, axiomatische onderhandelingstheorie;
2. Binnen de systeem- en regeltheorie:
  - *realisatie en systeemidentificatie*: stochastische realisatie, systeemidentificatie van multivariabele systemen, benaderende realisaties, modeleringsprobleem;
  - *regeltheorie*: robuustheid, regelprobleem voor niet-lineaire systemen, adaptieve regeling;
  - *filtertheorie*: eindig-dimensionale filters voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren, filteren met puntproceswaarnemingen.

De motiverende problemen van de besliskunde en de systeemtheorie komen voort uit een breed scala van toepassingsvelden, waaronder de bedrijfskunde, de econometrie, de informatica, de elektrotechniek en de werktuigbouwkunde. Voor de ontwikkeling van het vakgebied is het van vitaal belang dat er levendige contacten blijven bestaan tussen theorie en praktijk. De werkgemeenschap, die naar zijn aard als onderdeel van de SMC voornamelijk het meer theoretische deel van het onderzoeksspectrum bestrijkt, stelt zich uitdrukkelijk ten doel de contacten met in de praktijk werkzame onderzoekers te handhaven en waar mogelijk te verstevigen.

#### WETENSCHAPPELIJKE ACTIVITEITEN

Naast de colloquia en werkgroepen die door leden van de werkgemeenschap in de diverse instituten worden georganiseerd, zijn er jaarlijks twee landelijke conferenties die door de werkgemeenschap worden gesteund: de *Conference on the Mathematics of Operations Research* en de *Benelux Meeting on Systems and Control*. De laatste conferentie wordt samen met de Belgische vakgenoten georganiseerd, en vindt afwisselend in Nederland en in België plaats. In 1987 werd de Benelux Meeting in Houthalen (België) gehouden. Als buitenlandse gastsprekers traden op dr. K. Glover (Cambridge) en dr. J. Ackermann (Oberpfaffenhofen). De conferentie omvatte verder onder meer een minicursus over 'Systems and control aspects of speech and signal processing', een sessie met softwaredemonstraties, en 43 korte voordrachten door onderzoekers uit Nederland en België. De *Conference on the Mathematics of Operations Research*

werd in 1987 voor de twaalfde keer georganiseerd. De organisatie was in handen van B.J. Lageweg (CWI) en H.C. Tijms (VU Aamsterdam). De volgende sprekers hielden ieder twee hoofdvordrachten: A. Bendell (Nottingham), W. Pulleyblank (Waterloo/Bonn), M. Desrochers (Montreal/Amsterdam), K. Mehlhorn (Saarbrücken) en P. Toint (Namen). Het programma bevatte verder een minicursus over 'Parallel computing'.

#### VERSLAG VAN DE PROJECTEN

##### *Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering*

Projectleider : prof.dr. A. Schrijver  
 Medewerker : ir. C.A.J. Hurkens (vanaf 1 september 1985)  
 Aanvangsdatum : 1 september 1982

*Diameter van het matching-polytoop* (C.A.J. Hurkens). De diameter van het  $b$ -matching-polytoop vormt een indicatie voor het aantal pivotstappen als we een maximale  $b$ -matching met behulp van de simplexmethode willen bepalen. Bewezen werd, als generalisatie van een soortgelijk probleem m.b.t. edge-covers (1986), dat de diameter van het  $b$ -matching-polytoop van een graaf  $G=(V,E)$  gelijk is aan de maximale cardinaliteit van een  $b$ -matching in  $G$ . Dit resultaat is beschreven in preprintvorm, en ingezonden aan de Proceedings van het 7th Hungarian Colloquium on Combinatorics (1987).

*Packing van subgrafen van gegeven type* (C.A.J. Hurkens, A. Schrijver). Bestudeerd werd het volgende probleem: zij gegeven een graaf  $G$  en een collectie van grafen  $T$  (paden ter lengte twee, driehoeken, klieken, enz.). Bepaal een zo groot mogelijke verzameling van paarsgewijs disjuncte deelgrafen van  $G$  die elk tot  $T$  behoren. Dit probleem is in het algemeen 'moeilijk', d.w.z. NP-volledig. Voor een klasse van heuristische worden grenzen afgeleid voor het worst case gedrag. De gevonden grenzen zijn optimaal voor bepaalde  $T$  (klieken). Het probleem is gerelateerd aan het bepalen van het maximale aantal verzamelingen waarvan elk  $t$ -tal een 'system of distinct representatives' heeft. Een deel der resultaten werd beschreven in rapport RRR 41-87 (Rutgers University, New Brunswick, N.J., USA).

*Simultane diophantische approximatie* (C.A.J. Hurkens). Bestudeerd werd het probleem het aantal hoekpunten te schatten van de 'integer hull' van een polytoop van de vorm  $\{x \in \mathbb{R}^n | a^T x \leq b, x \geq 0\}$ . Hierin zijn  $a$  en  $b$  geheeltallig. Een bekend resultaat is dat dit aantal wordt begrensd door  $O(\sigma^{n-1})$ , waarin  $\sigma$  de bit-lengte van  $a$  en  $b$  is. Voor  $n=2$  is deze grens de best mogelijke. Gepoogd is voor hogere dimensies voorbeelden te geven met een relatief hoog aantal geheeltallige hoekpunten.

*Multi-commodity stromen en routeringsproblemen voor VLSI-ontwerp* (C.A.J. Hurkens, A. Schrijver). Het in 1985 begonnen onderzoek aan 'multi-

commodity flows' werd voortgezet, mede in het licht van toepassingen bij het ontwerpen van 'integrated circuits'. Resultaten werden bereikt op het gebied van kant-disjuncte paden in z.g. 'straight-line' planaire grafen (rapport OS-R8718 Centrum voor Wiskunde en Informatica), en punt-disjuncte paden in willekeurige planaire grafen (in samenwerking met A. Frank (Boedapest)). Met behulp van de ellipsoïde-methode werd het bestaan van een polynomiale algoritme voor het vinden van disjuncte paden van gegeven homotopie in een planaire graaf aangetoond. Daarna werd een combinatorische methode voor dit probleem gevonden, werkend in tijd  $O(V^3)$ , en ook voor het algemenere probleem van het vinden van bomen van gegeven homotopieën. (Dit probleem doet zich voor als deelprobleem bij het bepalen van een routing van verbindingen op een 'chip' met 'one layer'.) Deze methode levert ook een bewijs van een vermoeden van Lovász en Seymour, voortkomend uit de theorie van 'Graph minors'. De stelling zegt dat dergelijke paden (of algemenere: bomen) bestaan, als en slechts als aan een bepaald sneden-conditie wordt voldaan. Onderzocht werd ook tot welke sneden men zich mag beperken.

Resultaten werden bescheven in de rapporten en preprints *Disjoint circuits of prescribed homotopies in a graph on a surface* (rapport RRR 40-87 Rutgers University), *Decomposition of graphs on surfaces and a homotopic circulation theorem* (rapport OS-R8719 Centrum voor Wiskunde en Informatica), *Edge-disjoint homotopic paths in straight-line planar graphs* (rapport OS-R8718 Centrum voor Wiskunde en Informatica), *Vertex-disjoint paths of given homotopy in a planar graph*. De rapporten *On fractional multicommodity flows and distance functions* en *Distances and cuts in planar graphs* zullen verschijnen in *Discrete Mathematics* en *Journal of Combinatorial Theory (B)*.

*Ontkruizen van verzamelingen* (C.A.J. Hurkens, A. Schrijver). Met L. Lovász (Boedapest) en É. Tardos (Boedapest en M.I.T.) werd gewerkt aan een algoritme voor het z.g. 'ontkruizen' van collecties deelverzamelingen van een verzameling. (Dit komt voor bij het bepalen van een optimale geheeltallige duale oplossing voor met behulp van lineaire programmering beschreven combinatorische optimaliseringsproblemen). Speciaal werd de eindigheid en de polynomiale begrensdheid van het aantal stappen onderzocht. De resultaten werden beschreven in de preprint *How to tidy up your set-system?*.

#### Publikaties

1. C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER (1987). *On the Size of Systems of Sets Every  $t$  of which have an SDR, with an Application to the Worst-Case Ratio of Heuristics for Packing Problems*. Report RRR 41-87, Rutgers Center for Operations Research, Rutgers University, N.J., USA.
2. C.A.J. HURKENS. *On the Diameter of the  $b$ -Matching Polytope* (aangeboden aan de Proceedings of the 7th Hungarian Colloquium on Combinatorics), Preprint.
3. C.A.J. HURKENS. *Blowing up a Convex Body in the Plane*, Preprint.
4. C.A.J. HURKENS, L. LOVÁSZ, A. SCHRIJVER, É. TARDOS. *How to Tidy up your Set-System?*, Preprint.

*Deelname aan congressen*

*Twaalfde Bijeenkomst van Mathematisch Besliskundigen*, Lunteren, 14-16 januari: A.M.H. Gerards, C.A.J. Hurkens, J.K. Lenstra, A. Schrijver.

*Zesde Combinatorische Dag*, TU Delft, 30 januari: W.H. Haemers, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.

*ECOZOEK-dag*, Universiteit van Amsterdam, 22 mei: C.A.J. Hurkens.

*7th Hungarian Colloquium on Combinatorics*, Eger, Hongarije, 6-10 juli: A.M.H. Gerards, W.H. Haemers, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.

*Zevende Combinatorische Dag*, TU Eindhoven, 28 augustus: A.M.H. Gerards, W.H. Haemers, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver, C. Wildhagen.

*ORSA/TIMS-Joint Meeting*, St. Louis, USA, 26-28 oktober: C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.

*Combinatorial Optimization Day (RUTCOR)*, New Brunswick, USA, 21 november: C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.

*Voordrachten*

C.A.J. Hurkens: The maximum packing problem of paths of length two in a graph. *ECOZOEK-dag*, Amsterdam, 22 mei.

C.A.J. Hurkens: A family of heuristics for finding a maximum packing with triangles. *7th Hungarian Colloquium on Combinatorics*, Eger, Hongarije, 8 juli.

C.A.J. Hurkens: Generating flowgraphs, New Brunswick, N.J., USA, Rutgers University, Rutgers Center for Operations Research, 3 november.

*Werkbezoeken*

*Rutgers Center for Operations Research, Rutgers University*, New Brunswick, N.J., USA, 13-23 oktober: C.A.J. Hurkens.

*Bezoekers*

Prof. W. Cook (Columbia University, New York), 11 en 12 maart;  
voordracht: 'Cutting planes and the traveling salesman polytope'.

Prof. W.R. Pulleyblank (University of Waterloo, Ont., Canada), 11 en 12 maart;

voordracht: 'The traveling salesman problem'.

*Randwaardeproblemen in de analyse van stochastische wandelingen en wachttijdmodellen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Cohen, prof.dr.ir. O.J. Boxma

Medewerker : drs. S.J. de Klein

Aanvangsdatum : 1 juli 1983

Dit ZWO-project is op 1 juli 1987 beëindigd. Gedurende het eerste halfjaar van 1987 is aan de numerieke aspecten van het oplossen van Fredholm-integraalvergelijkingen de nodige aandacht besteed. Een goed inzicht is verkregen met betrekking tot de bruikbaarheid van de diverse oplossings technieken. De definitieve verslaggeving van het onderzoek wordt als proefschrift gepubliceerd en kan medio 1988 tegemoet worden gezien.

#### *Publikaties*

1. S.J. DE KLEIN. *Fredholm Integral Equations in Queueing System Analysis*. Doctoral thesis, RU Utrecht, to appear in 1988.
2. J.W. COHEN (1987). *Boundary Value Problems and Random Walk Analysis in Queueing System Analysis*. Preprint 479, Math. Inst., RU Utrecht.
3. J.W. COHEN (1987). A Two-queue model with semi-exhaustive alternating service. P.J. COURTOIS, G. LATOUCHE, (eds.). *Performance '87*, North-Holland, 19-38.
4. J.W. COHEN (1987). *On a Two-Dimensional Workload Process*. Preprint 490, Math. Inst., RU Utrecht.
5. J.W. COHEN (1987). On entrance time distributions for two-dimensional random walks. G. IAZEOLLA, P.J. COURTOIS, O.J. BOXMA (eds.). *Proc. Appl. Math. & Perf./Reliability Models of Compl. Commun. Syst.*, North-Holland, 25-42.
6. O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK (1987). *Two Queues with Alternating Service and Switching Times*. Rapport OS-R8712, CWI, Amsterdam.

#### *Meetkundige aspecten van oneindig-dimensionale systemen*

Projectleidster : prof.dr. R.F. Curtain  
 Medewerker : drs. H.J. Zwart  
 Aanvangsdatum : 1 november 1984

In 1987 is het onderzoek van equivalentie tussen open-lus- en gesloten-lus-invariantie afgerond. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een publikatie [1]. Met de hierin bereikte resultaten was het mogelijk om betere (geometrische) resultaten te verkrijgen ten aanzien van andere storingsontkoppeling problemen, zoals bij voorbeeld het probleem van storingsontkoppeling door middel van metingen.

Verder is aan het eind van 1987 een begin gemaakt met het proefschrift, dat medio 1988 klaar zal zijn.

#### *Publikaties*

1. H.J. ZWART. Equivalence between open loop and closed loop invariance for infinite dimensional systems, to appear in *SIAM Journal of Control and Optimization*.

*Singuliere en singulier-gestoorde optimale besturingsproblemen*

Projectleider : prof.dr.ir. M.L.J. Hautus  
 Medewerker : ir. A.H.W. Geerts  
 Aanvangsdatum : 15 juli 1985

In 1987 is de centrale rol van het *gegeneraliseerd duaal structuur-algoritme* in het onderzoek steeds nadrukkelijker geworden. Dit algoritme is een generalisatie van het begrip 'dual structuur-algoritme' (voor het eerst geïntroduceerd in [1]), in detail beschreven in [3, Sec. 4]. Zoals eerder gemeld legt dit algoritme niet alleen de meetkundige structuur van algemene lineaire, eindimensionale, tijdsinvariante systemen bloot, maar is het ook van belang bij de bepaling van optimale ingangen voor lineair-kwadratische besturingsproblemen. Het is echter ook gebleken dat het duaal algoritme een karakterisering oplevert van alle reële symmetrische matrices  $K$  die en aan de *dissipatie-ongelijkheid* ([1, Lemma 6.16], [2], [3, Sec. 6]) voldoen en de rang van de dissipatie-matrix (2) minimaliseren. De waarde hiervan is gelegen in het feit dat juist deze matrices mogelijke kandidaten voor de optimale kosten van bovenvermelde besturingsproblemen zijn. Inderdaad is bijvoorbeeld de matrix die de optimale kosten zonder eindvoorwaarden voor de toestandsbaan definieert te karakteriseren als de kleinste positief semi-definiete rang minimaliserende oplossing van de dissipatie-ongelijkheid ([3, Cor. 6.4]). In samenhang hiermee is een nodige en voldoende voorwaarde voor het bestaan van deze matrix (i.e. voor het oplosbaar zijn van het probleem zonder eindvoorwaarden) afgeleid in [5]. Het algoritme is ook behulpzaam in [4] waar de convergentie wordt bewezen van de optimale kosten voor het zogeheten 'cheap control' probleem zonder eindvoorwaarden naar de optimale kosten van een probleem met 'gedeeltelijke' eindvoorwaarden. Additionele resultaten worden er aangetoond voor besturingen, toestandsbanen en uitgangen ingeval van links-inverteerbaarheid ([1, Th. 3.26]) van het ongestoorde systeem. Dergelijke resultaten blijken te kunnen worden gegeneraliseerd tot een ruime klasse van één-parameter ( $\epsilon$ ) afhankelijke families van problemen zonder eindvoorwaarden, zoals uiteengezet zal worden in [7]. Met name is het hierbij interessant te constateren dat de optimale kosten voor het  $\epsilon$ -probleem zonder eindvoorwaarden in het algemeen niet zullen convergeren naar de kosten voor het ongestoorde vrije eindwaardenprobleem, maar naar kosten voor een probleem waarin de toestandsbaan voor  $t \rightarrow \infty$  naar een voorgeschreven ruimte dient te convergeren.

Verder is een nieuwe methode gevonden voor het berekenen van de oneindige nullen van de bij een algemeen lineair tijdsinvariant systeem behorende overdrachtsfunctie. Deze is neergelegd in een TUE-report, te verschijnen in januari 1988 ([6]). Tenslotte is, gebaseerd op het duaal algoritme, een toestandstransformatie ontwikkeld die een gegeven lineair systeem omzet in een systeem met een dusdanige structuur dat direct de optimale besturingen voor lineair-kwadratische problemen kunnen worden aangegeven evenals de eventueel aanwezige vrijheid in de keuze van die ingangen (die vrijheid bestaat

dan en slechts dan als het systeem links-inverteerbaar is). Bovendien is deze toestandstransformatie geschikt voor het bepalen van het asymptotische gedrag in kwantitatief opzicht van optimale kosten, besturingen, banen en uitgangen voor 'cheap control' problemen.

#### *Publikaties*

1. M.L.J. HAUTUS, L.M. SILVERMAN (1983). System structure and singular control. *Lin. Alg. & Appl.* 50, 369-402.
2. J.M. SCHUMACHER (1983). The role of the dissipation matrix in singular optimal control. *Syst. & Contr. Lett.* 2, 262-266.
3. A.H.W. GEERTS (1987). *All Optimal Controls for the Singular Linear-Quadratic Problem without Stability; a New Interpretation of the Optimal Cost.* COSOR-memorandum 87 - 14, TU Eindhoven.
4. A.H.W. GEERTS (1987). *Continuity Properties of the Cheap Control Problem without Stability.* COSOR-memorandum 87 - 17, TU Eindhoven.
5. A.H.W. GEERTS (1987). *A Necessary and Sufficient Condition for Solvability of the Linear-Quadratic Control Problem without Stability.* COSOR-memorandum 87 - 31, TU Eindhoven.
6. A.H.W. GEERTS (1988). *A New Method to Determine the Infinite Zero Structure of a Linear Time-Invariant System.* TUE-report 88 - 01, TU Eindhoven.
7. A.H.W. GEERTS. *Continuity Properties of One-Parameter Families of Linear-Quadratic Problems without Stability*, in voorbereiding.

#### *Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsgebieden*

Projectleiders : prof.dr. S.H. Tijs, prof.dr.ir.drs. O.J. Vrieze  
 Medewerker : drs. F. Thuijsman  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1985

Gedurende 1987 was het onderzoek voornamelijk gericht op de existentie van  $\epsilon$ -evenwichtspunten in niet-nulsom stochastische spelen. De resultaten voor het bestaan van  $\epsilon$ -evenwichtspunten voor herhaalde spelen met absorberende toestanden, in [1], zijn uitgebreid naar een veel grotere klasse van stochastische spelen. Hierover zijn twee papers in voorbereiding, een waarin we aantonen dat er voor ieder stochastisch spel een groep toestanden is waarvoor een bijna stationair evenwicht bestaat, en een ander waarin dit resultaat gekoppeld wordt aan technieken uit [1].

Met Filar en Schultz is onderzoek gedaan naar relaties tussen niet-lineair programmeren en stochastische spelen. We hebben kunnen aantonen, dat zowel verdisconteerde als gemiddelde, stationaire evenwichten corresponderen met globale optima van bepaalde niet-lineaire programma's. Voor nulsom gemiddelde opbrengsten stochastische spelen biedt dit een mogelijkheid om 'beste' stationaire strategieën te vinden. De resultaten zijn beschreven in [2].

Met Sinha is onderzoek gedaan naar half-oneindige stoppende stochastische spelen waarvoor we het bestaan van een waarde en (bijna-) optimale

stationaire strategieën aantonen, [3].

Naast bovengenoemde bezigheden is er nog literatuuronderzoek verricht waaruit twee overzichtartikelen zijn ontstaan, [4] en [5].

#### *Publikaties*

1. O.J. VRIEZE, F. THUIJSMAN (1986). *On Equilibria in Repeated Games with Absorbing States*. Report 8654, Mathematisch Instituut, KU Nijmegen. (Submitted to International Journal of Game Theory.)
2. J.A. FILAR, T.A. SCHULTZ, F. THUIJSMAN, O.J. VRIEZE (1987). *Non-Linear Programming and Stationary Equilibria in Stochastic Games*. Mathematics Research Report 87-18, University of Maryland Baltimore County. (Submitted to Mathematical Programming.)
3. S. SINHA, F. THUIJSMAN, S.H. TIJS (1987). *Semi-Infinite Stochastic Games*. Report 8734, Mathematisch Instituut, KU Nijmegen.
4. O.J. VRIEZE (1987). Zerosum stochastic games. H.J.M. PETERS, O.J. VRIEZE (eds.). *Surveys in Game Theory and Related Topics*, CWI Tract 39, CWI, Amsterdam, 103-132.
5. F. THUIJSMAN (1987). Non-zerosum stochastic games. H.J.M. PETERS, O.J. VRIEZE (eds.). *Surveys in Game Theory and Related Topics*, CWI Tract 39, CWI, Amsterdam, 133-161.

#### *Deelname aan conferenties*

*Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 14-16 januari: F. Thuijsman.

*23ste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15-16 april: O.J. Vrieze, S.H. Tijs, F. Thuijsman.

*ECOZOEK-dag*, Amsterdam, 22 mei: F. Thuijsman.

*Seminarium Speltheorie*, Nijmegen: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

*The International Conference on Game Theory and Application*, Columbus, Ohio, USA, 18-24 juni: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

*International Workshop on Stochastic Games and Their Applications*, Chicago, Illinois, USA, 26-28 juni: S.H. Tijs, O.J. Vrieze, F. Thuijsman.

#### *Voordrachten*

F. Thuijsman: Behavior strategies in stochastic games. *Seminarium Speltheorie*, Nijmegen, 27 februari.

F. Thuijsman:  $\epsilon$ -Optimale strategieën in stochastische spelen. *23ste Nederlands Mathematisch Congres*, Utrecht, 15-16 april.

F. Thuijsman: On equilibria in repeated games with absorbing states. *The International Conference on Game Theory and Application*, Columbus, Ohio, USA, 18-24 juni.

F. Thuijsman: On the construction of  $\epsilon$ -equilibria in repeated games with absorbing states. *International Workshop on Stochastic Games and Their Applications*, Chicago, Illinois, USA, 26-28 juni.



- F. Thuijsman: The total reward criterion for stochastic games. University of Maryland, Baltimore, USA, 30 juni.
- F. Thuijsman: Existence of  $\epsilon$ -equilibria in limiting average stochastic games, part I. *Seminarium Speltheorie*, Nijmegen, 30 oktober.
- O.J. Vrieze: On equilibria in stochastic games. *The International Conference on Game Theory and Application*, Columbus, Ohio, USA, 18-24 juni.
- O.J. Vrieze: Stationary strategies in stochastic games. *International Workshop on Stochastic Games and Their Applications*, Chicago, Illinois, USA, 26-28 juni.
- O.J. Vrieze: Stochastic games. University of Maryland, Baltimore, USA, 30 juni.
- O.J. Vrieze: Existence of  $\epsilon$ -equilibria in limiting average stochastic games, part II. *Seminarium Speltheorie*, Nijmegen, 30 oktober.

### *Bezoekers*

- Prof.dr. J.A. Filar (University of Maryland), 31 augustus-8 september; Nijmegen, 2 september: The traveling salesman problem, Markov decision processes and entropy.
- S. Sinha (Indian Statistical Institute), 31 augustus-19 september; Nijmegen, 2 september: Semi-infinite stochastic games.

### *Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie*

- Projectleiders : dr. G. van der Hoek, prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan,  
prof.dr.ir. A.W.J. Kolen
- Medewerker : drs. O.E. Flippo
- Aanvangsdatum : 16 december 1985

Het onderzoek heeft zich voornamelijk gericht op decompositie en dualiteit in algemene mathematische programmeringsvraagstukken. Met name is er een generalisatie ontwikkeld van zowel Benders als Dantzig-Wolfe decompositie voor zeer algemene mathematische programmeringsproblemen. Door de betrokkenen zijn bovenstaande methoden resp. Variable en Constraint Decomposition genoemd. De gevolgen zijn bestudeerd van mogelijk cyclisch gedrag van elk van beide decompositiemethoden, ook indien tijdens het iteratieve proces onnauwkeurigheden en/of dualiteitskloven bij de deelproblemen hun intrede doen. Tenslotte is ook aangetoond dat in zijn algemeenheid beide decompositiemethoden als onderling duaal kunnen worden aangemerkt. Dit generaliseert een soortgelijke observatie bij lineair programmeren.

Nevenproducten van bovenstaand onderzoek zijn de volgende. Ten eerste is een specifieke formulering van de duaal opgesteld; in deze formulering bestaat er een éénduidige relatie tussen primale restricties en duale variabelen. Ten tweede is er een generalisatie van Cross Decompositie verkregen welke de reeds bestaande generalisaties omvat.

Toekomstig onderzoek zal zich hoofdzakelijk richten op de volgende twee

vragen. Onder welke voorwaarden is de dualiteitskloof tussen een primaal en zijn specifieke duaal gesloten, en onder welke voorwaarden convergeren Variable en Constraint Decomposition naar een optimale oplossing?

*Publikaties:*

1. O.E. FLIPPO, A.H.G. RINNOOY KAN, G. VAN DER HOEK (1987). *Duality and Decomposition in General Mathematical Programming*. Report 8747/B, Econometric Institute, Erasmus University Rotterdam. Aangeboden aan Mathematical Programming.

*Deelname aan conferenties*

*Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 14-16 januari.

*Workshop: European Doctoral Program in Quantitative Methods in Management*, Brussel, België, 10-17 april.

*Statistische Dag*, Utrecht, 13 april.

*ECOZOEK-dag*, Amsterdam, 22 mei.

*Voordrachten*

1. Mixed-integer non-linear program: A research project. *Workshop: EDP*, Brussel, België, 10-17 april.
2. Het generaliseren van Benders Decompositie. *Statistische Dag*, Utrecht, 13 april.
3. Benders en Dantzig-Wolfe Decompositie: zelfs na generalisatie een duaal paar, *ECOZOEK-dag*, Amsterdam, 22 mei.

*Bezoeker*

R. Wong (Purdue University, West Lafayette, USA).

*Markov-beslissingsprocessen*

Projectleider : prof.dr. A. Hordijk  
 Medewerker : drs. F.M. Spieksma  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

Onderzoek werd gedaan naar het specifieke Markov-beslissingsproces waarin het aankomstenproces bij een bedieningscentrum gestuurd wordt. Er werd aangetoond dat voor de stationaire verdelingen van toestanden en acties geldt, dat zij voor gerandomiseerde beslissingsregels een convexe combinatie, met eenvoudig te berekenen gewichten, zijn van die voor kritieke-grens strategieën. Met deze stelling is een unificerende theorie gemaakt voor de vele varianten van dit wachtrijprobleem met verschillende bijvoorwaarden. Met name werd aangetoond dat onder zeer algemeen geldende voorwaarden een gerandomiseerde grenswaarde strategie optimaal is [1].

Uitbreidingen van deze resultaten naar het geval van een oneindige buffer en meerdere typen klanten en/of bedieningscentra werden bestudeerd.

Een natuurlijke bijvoorwaarde in een Markov-beslissingsproces met opbrengsten wordt verkregen door de variantie van de opbrengsten te beperken. De Lagrange-aanpak geeft een probleem waarin van de verwachte opbrengst een boete voor de variabiliteit wordt afgetrokken. Hiervoor werd aangetoond dat er een optimale deterministische en stationaire strategie bestaat die kan worden bepaald door een kwadratisch programmeringsprobleem [2].

Voorts werd een vervangingsmodel bestudeerd met meerdere componenten die stochastisch onafhankelijke vraagverdelingen hebben. Er werd aangetoond dat de optimale vervangingsstrategie monotoon is.

#### *Publikaties*

1. A. HORDIJK, F. SPIEKSMAN (1987). *Constrained Admission Control to a Queueing System*. Report TW 87-04, RU Leiden.
2. J.A. FILAR, L.C.M. KALLENBERG, H.M. LEE (1987). *Variance-Penalized Markov Decision Processes*. Report TW 87-10, RU Leiden.
3. A. HORDIJK, M.L. PUTERMAN (1987). On the convergence of policy iteration in finite state undiscounted Markov decision processes: The unichain case. *Math. Oper. Res.* 12, 163-176.

#### *Deelname aan conferenties*

*Twelfth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 14-16 januari: F.M. Spieksma.

*16. Jahrestagung der DGOR/NSOR*, 23-25 september: F.M. Spieksma.

#### *Voordrachten*

A. Hordijk: Constrained admission control to a queueing system. *Oberwolfach Meeting on Operations Research*, BRD, 20 februari.

A. Hordijk: Constrained admission control to a queueing system. Universität Karlsruhe, BRD, 23 juni.

L.C.M. Kallenberg: State-action frequencies in multi-objective and constrained MDP's, Veldhoven, september.

#### *Gevoeligheidsanalyse voor combinatorische optimalisering*

Projectleider : prof.dr.ir. A.W.J. Kolen  
Medewerker : -

Dit project is nog niet gestart omdat tot op heden nog geen geschikte kandidaat voor de uitvoering van dit project gevonden kan worden.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Discrete Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- Grenzen en constructies voor codes (prof.dr. J.H. van Lint, TU Eindhoven).
- Codes en algebraïsche krommen (prof.dr. J.H. van Lint, TU Eindhoven).
- Matrices met lage sneden-rang (prof.dr. A. Schrijver, KU Brabant).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De discrete wiskunde onderzoekt discrete, vaak eindige, wiskundige structuren. Aangezien dergelijke structuren ook in andere takken van de wiskunde te voorschijn komen, bestaat er een omvangrijke uitwisseling van methoden en problemen tussen de discrete wiskunde en o.a. algebra, meetkunde, besliskunde, informatica. Binnen de discrete wiskunde is een aantal deelgebieden te noemen, zoals (eindige) meetkunde en automorfismengroepen van eindige structuren, designtheorie, coderingstheorie en cryptografie, grafen- en hypergrafentheorie, combinatorische verzamelingsleer.

Zwaartepunten van het in Nederland verrichte onderzoek op het gebied van de discrete wiskunde liggen op de *eindige meetkunde*, de *coderingstheorie*, de *grafentheorie* en op de *combinatorische optimalisering*. Hoewel deze deelgebieden onderling vrij onafhankelijk zijn, kan toch een aantal constanten in het in Nederland verrichte onderzoek worden genoemd: vaak wordt gebruik gemaakt van methoden uit de algebra en meetkunde (groepen, lichamen, algebraïsche getaltheorie, eigenwaarden, polyeders); veel van de problemen komen neer op het vinden van een optimale 'stapeling' of 'overdekking' (zie bij voorbeeld MC Tract 106 *Packing and Covering in Combinatorics*); de resultaten zijn vaak direct of indirect toepasbaar (b.v. bij het verzenden van informatie, bij het ontwerpen van algoritmen, in de cryptografie).

Mede gezien de te verwachten maatschappelijke behoefte zal de werkgemeenschap waar mogelijk uitbreiding van lopend onderzoek in de algoritmische richting stimuleren. In het bijzonder verdienen hierbij de coderingstheorie, de cryptografie en de combinatorische optimalisering de aandacht.

#### VERSLAG VAN DE PROJECTEN

##### *Grenzen en constructies voor codes*

Projectleider : prof.dr. J.H. van Lint  
 Medewerker : ir. H.J. Tiersma  
 Aanvangsdatum : 1 november 1983  
 Beëindigingsdatum : 1 september 1987

##### *Kort verslag*

- Het onderzoek naar decodeermethodes voor codes op Hermite-krommen heeft niet de gewenste resultaten opgeleverd.
- Met J.C.C.M. Remijn werd gekeken naar gewichtsverdelingen van cyclische codes. Dit heeft geleid tot het gezamenlijke artikel: 'A duality theorem for the weight distribution of some cyclic codes' (te verschijnen in *IEEE Transactions on Information Theory*).

##### *Publikaties*

1. J.H. VAN LINT, T.A. SPRINGER (1987). Generalized Reed-Solomon codes from algebraic geometry. *IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-33, No. 3*.
2. H.J. TIERSMA (1987). Remarks on codes from Hermitian curves. *IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-33, No. 4*.

##### *Deelname aan colloquia e.d.*

- Zesde combinatorische dag, 30 januari, Delft.
- Zevende combinatorische dag, 28 augustus, Eindhoven.

##### *Voordrachten*

- mei, TU Eindhoven, 'A duality theorem for the weight distribution of some cyclic codes'.

##### *Codes en algebraïsche krommen*

Projectleider : prof.dr. J.H. van Lint  
 Medewerker : drs. G.J.M. van Wee  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1987

*Kort verslag*

- Het project verkeert nog in het stadium van de literatuurstudie.
- Onderzoek is gedaan naar grenzen en constructies van z.g. covering codes.  
Een artikel hierover is in voorbereiding.

*Matrices met lage sneden-rang*

Projectleider : prof.dr. A. Schrijver  
 Medewerker : -

Dit project is nog niet gestart omdat nog geen geschikte kandidaat voor de uitvoering van dit project gevonden kan worden.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN EN EXTERNE CONTACTEN

*Colloquia, cursussen, conferenties e.d.**Zesde Combinatorische Dag*

Sprekers : H.J.A. Duparc, G. Hanssens, E.W. Lambeck,  
 H. van Maldeghem, E. van Os, G. Sierksma, J. Weber  
 Plaats : Technische Universiteit Delft  
 Datum : 30 januari

*Zevende Combinatorische Dag*

Sprekers : A. Blokhuis, H.J. Broersma, F. Göbel, C. Hoede,  
 M. Mulder  
 Plaats : Technische Universiteit Eindhoven  
 Datum : 28 augustus

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Analyse

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Analytische functies van meer veranderlijken: toepassingen van methoden van functionaal-analyse en harmonische analyse (prof.dr. J. Korevaar, Universiteit van Amsterdam).
- Harmonische analyse op gegeneraliseerde Gelfand-paren (prof.dr. E.G.F. Thomas, RU Groningen).
- Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen (dr.ir. A.H.P. van der Burgh en prof.dr.ir. J.W. Reyn, TU Delft).
- Analyse op Lie-groepen (prof.dr. G. van Dijk en dr. T.H. Koornwinder, RU Leiden).
- Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen (dr. J.A. Sanders en dr. F. Verhulst, VU Amsterdam).
- Semi-lineaire elliptische eigenwaardeproblemen (prof.dr. Ph.P.J.E. Clément, TU Delft).
- Asymptotische analyse van resonantie beschreven door niet-lineaire tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen (prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh, TU Delft).
- Niet-lineaire elliptische vergelijkingen en Emden-Fowler theorie (prof.dr.ir. L.A. Peletier, RU Leiden).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het werkterrein van de WGM Analyse omvat het onderzoek in de theoretische en toegepaste analyse, dit laatste voor zover daarbij het accent ligt op de ontwikkeling van analytische concepten en technieken.

Meer in het bijzonder behoren hiertoe onder andere:

- lineaire en niet-lineaire gewone en partiële differentiaalvergelijkingen (inclusief dynamische systemen)
- reële analyse (inclusief maat- en integratietheorie, potentiaaltheorie)
- complexe analyse (in één of meer variabelen)
- harmonische analyse (abstract en op Lie-groepen)
- lineaire en niet-lineaire functionaalanalyse (inclusief operatortheorie en integraalvergelijking)
- globale analyse (inclusief analyse op variëteiten, niet-lineaire analyse en variatierekening)
- mechanica (inclusief vloeistofmechanica en mechanica van vaste stoffen)

#### VERSLAG VAN DE PROJECTEN

##### *Analytische functies van meer veranderlijken: toepassingen van methoden van functionaal-analyse en harmonische analyse*

Projectleider : prof.dr. J. Korevaar  
 Medewerker : drs. R.G.M. Brummelhuis  
 Aanvangsdatum : 1 maart 1984

Doel van het project is de vestiging en consolidatie van een zwaartepunt in de complexe analyse in Nederland. Het huidige onderzoek speelde zich vooral af in het grensgebied van complexe analyse, harmonische analyse en functionaal-analyse, terwijl op het eind ook methoden uit de lineaire partiële differentiaaloperatoren een rol gingen spelen.

De belangrijkste resultaten van dit project zijn F. en M. Riesz stellingen voor niet-commutatieve lokaal compacte groepen. Het werk hieraan is een uitvloeisel van onderzoek naar een harmonisch analytisch bewijs van de z.g. modificatiestelling van Aleksandrov, waaraan vooral in het begin van dit project veel aandacht is besteed. (Deze modificatiestelling is door Aleksandrov gebruikt om het bestaan van inwendige functies op de bal in  $C^n$ ,  $n \geq 2$  te bewijzen.)

Er is gedurende dit project contact geweest met enige buitenlandse onderzoekers, waaronder A. Korányi, H.M. Reimann en J.H. Shapiro. Verder is vooral in het begin het commentaar van dr. T.H. Koornwinder (CWI) zeer nuttig geweest, terwijl er op het eind is samengewerkt met dr. P.J. de Paepe (Universiteit van Amsterdam). Deze samenwerking betrof andere onderwerpen dan de genoemde F. en M. Riesz stellingen, zie onder.

##### *F. en M. Riesz stellingen*

Het proefschrift van Brummelhuis, [6], bestaat uit een vijftal artikelen [1]-[5] met als gemeenschappelijk thema generalisatie van de klassieke stelling van F. en M. Riesz. Eerdere generalisaties (Bochner, Helson en Lowdenslager, Glicksberg en De Leeuw, Forelli) hadden voornamelijk betrekking op compacte abelse groepen. In de eerste vier in [6] opgenomen artikelen, [1]-[4], worden generalisaties naar niet-commutatieve lokaal compacte groepen  $G$  behandeld.



Net als in de klassieke F. en M. Riesz stelling worden voorwaarden gegeven op de Fourier-getransformeerde van een eindige maat  $\mu$  op  $G$  welke absolute continuïteit van  $\mu$  m.b.t. de Haarmaat  $dg$  op  $G$  impliceren. Een belangrijk kenmerk van [1]-[4] is het verrassende gebruik van de, in zekere opzichten nogal pathologische,  $L^p$ -ruimte met  $p < 1$ . Er worden criteria voor absolute continuïteit bewezen van de volgende vorm: Een maat  $\mu$  op  $G$  is absoluut continu m.b.t.  $dg$  als voor een of andere  $p < 1$ , een zekere met  $\mu$  geassocieerde deelruimte van  $L^p(G, dg)$  voldoende veel continue lineaire functionalen bezit om punten te scheiden. De resultaten in [1]-[4] omvatten o.m. een F. en M. Riesz stelling voor de eenheidssfeer in  $\mathbf{C}^n$ , voor compacte Lie-groepen en voor de Heisenberg-groep, als eenvoudigste niet-commutatieve niet-compacte Lie-groep. Van belang bij toepassing van bovengenoemde criteria zijn klassieke resultaten over  $H^p$ -ruimten met  $p < 1$ .

Het laatste artikel in Brummelhuis' proefschrift, [5], onderzoekt maten die randwaarde zijn, in distributie-zin, van functies welke geannihileerd worden door een stelsel eerste orde differentiaaloperatoren. Een belangrijk hulpmiddel hier is een nieuwe 'micro-lokale' F. en M. Riesz stelling, welke geformuleerd is in termen van golffrontverzamelingen.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van Brummelhuis' werk over Riesz stellingen verwijzen we naar de inleiding van [6].

#### *Ander werk*

Andere publikaties van Brummelhuis, niet opgenomen in diens proefschrift, zijn [7]-[10]. In [7] worden randwaarden onderzocht van functies in  $H^p(B)$  (de holomorfe Hardy ruimte op de eenheidsbal in  $\mathbf{C}^n$ ), i.h.b. voor  $p < 1$ . In [8] wordt een Bochner-Martinelli-achtige integraal formule bewezen voor vectorvelden  $u$  op een deel  $\Omega$  van  $\mathbf{R}^n$ , die voldoen aan het door M. Riesz voorgestelde stelsel van gegeneraliseerde Cauchy-Riemann vergelijkingen:  $\Sigma \partial u_j / \partial x_j = 0$ ,  $\partial u_j / \partial x_k = \partial u_k / \partial x_j$ ,  $u = (u_1, \dots, u_n)$ . Als toepassing worden voor  $n \geq 3$  de tangentiële delen van de randwaarden van zo'n vectorveld  $u$  gekarakteriseerd door een stelsel eerste orde partiële differentiaalvergelijkingen op  $\partial\Omega$  (aangenomen dat  $\partial\Omega$  glad is en het complement van  $\Omega$  enkelvoudig samenhangend). Dit is analoog aan een klassiek resultaat van Bochner in meer complexe veranderlijken, en generaliseert werk van Korányi en Vági voor het speciale geval dat  $\Omega$  een bal is.

De publikaties [9] en [10], tenslotte, zijn gezamenlijk werk met dr. P.J. de Paepe (Universiteit van Amsterdam). Hierin worden derivaties en puntderivaties bestudeerd op algebra's van holomorfe functies van meer veranderlijken. De resultaten generaliseren o.m. werk van Becker en Nandakumar voor één veranderlijke.

#### *Erkenning*

Voor zijn promotie-onderzoek is aan Brummelhuis een Shell-reisbeurs toegekend voor een verblijf in het buitenland van twee maanden.

*Publikaties R.G.M. Brummelhuis*

1. An F. and M. Riesz theorem for bounded symmetric domains, *Ann. Inst. Fourier*, **37** (2) (1987), 139-150.
2. Some remarks on lacunarity and Riesz sets for compact groups whose center contains a circle group, preprint.
3. An F. and M. Riesz theorem for Heisenberg group, Univ. of Amsterdam, report 87-15.
4. An F. and M. Riesz theorem for compact Lie groups, Univ. of Amsterdam, report 87-16.
5. On the absolute continuity of measures which arise as boundary values of solutions of first order systems of linear partial differential equations, preprint.
6. Variations on a theme of Frederic and Marcel Riesz, *Dissertatie*, Amsterdam, 1988.
7. A characterization of holomorphic  $H^p$  space on the unit ball in  $C^n$  in terms of real  $H^p$  space on the sphere, *Proc. Koninkl. Akad. Wetensch. Series A*, **88** (4) (1985), 365-375.
8. A Bochner-Martinelli formula for vector fields which satisfy the generalized Cauchy-Riemann equations, Univ. of Amsterdam, report 87-04, February 1987.
9. jointly with P. de Paepe: Derivations of algebras of holomorphic functions, Univ. of Amsterdam, report 87-23.
10. jointly with P. de Paepe: Point derivations on function algebras generated by holomorphic functions, Univ. of Amsterdam, report 87-24.

*Harmonische analyse op gegeneraliseerde Gelfand-paren*

Projectleider : prof.dr. E.G.F. Thomas  
 Medewerker : drs. D. van Rossum du Chattel  
 Aanvangsdatum : 1 januari 1984

1. Een hoofdstuk over de constructie van een unimodulaire Lie-groep met de eigenschap dat de componenten van de Plancherelformule bijna geen van alle uit reguliere distributies bestaan is afgerond.
2. Een hoofdstuk over een versie van de Frobenius reciprociteitsstelling voor algemene unitaire representaties is afgerond.
3. Enkele resultaten over de spectraal ontbinding van zelfgeadjungeerde partiële differentiaaloperatoren met constante coëfficiënten zijn aangescherpt. Tevens is de theorie uitgebreid, zodat ook differentiaaloperatoren met complexe coëfficiënten en meer algemeen stelsels van zelfgeadjungeerde differentiaaloperatoren op uniforme wijze behandeld kunnen worden.
4. Er is een begin gemaakt met een onderzoek naar de multipliciteit van minimaal invariante Hilbert-deelruimtes op homogene ruimtes. Het blijkt dat zelfs voor symmetrische ruimtes er een multipliciteit groter dan één kan optreden binnen de ruimte van reguliere distributies.

Er is door Van Rossum een voordracht gehouden over het onderwerp 2 aan de Rijksuniversiteit Leiden.

*Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh  
 Mederwerker : drs. C.G.A. van der Beek  
 Aanvangsdatum : 1 september 1985

Voortbouwende op de theoretische resultaten vermeld in [1], is onderzocht hoe hogere orde normaalvormen gebruikt kunnen worden voor de analyse van stelsels van niet-lineair gestoorde harmonische oscillatoren. Hieruit blijkt o.a. dat met behulp van deze hogere orde normaalvormen asymptotische benaderingen voor de periodieke oplossingen (en de bijbehorende periodes) van het oorspronkelijke stelsel geconstrueerd kunnen worden en bovendien deze benaderingen geldig zijn op langere tijdschalen.

Verder is het programma voor de normalisatie, op basis van het C.A.-systeem Macsyma, geoptimaliseerd en uitgebreid; het is nu in principe mogelijk normaalvormen te berekenen voor een willekeurig aantal vrijheidsgraden en tot op willekeurige orde (de capaciteit van de computer legt hier de beperkingen op). De eerste resultaten zijn gepubliceerd in [2].

Bovendien bleek het ook mogelijk te zijn om het programma te modificeren voor het geval dat niet alle eigenwaarden van de ongestoorde vergelijking ongelijk aan nul zijn. Meer gedetailleerde resultaten worden in de loop van 1988 gepubliceerd in een rapport/artikel.

*Publikaties*

1. On the periodic wind-induced vibrations of an oscillator with two degrees of freedom (co-author: A.H.P. van der Burgh), Nieuw Archief voor Wetenschap, deel 5, no. 2 (juli 1987).
2. Computer-Algebra and the study of periodic solutions for nonlinear differential equations, Proc. of the 11<sup>th</sup> International Conference on Nonlinear Oscillations, Budapest, August 17-23, 1987, edited by M. Farkas, V. Kertesz, G. Stepan.

*Deelname aan colloquia, werkgroepen, workshops, congressen e.d.*

*Colloquium Analyse van Mathematische Modellen* (TU Delft, voorjaar): 10 februari, 10 maart, 10 april, 12 mei, 2 juni.

*Delft Industrial Mathematics Seminar* (TU Delft, najaar): 6 oktober, 3 november, 15 december.

*23<sup>e</sup> Nederlands Mathematisch Congres* (RU Utrecht): 16 april.

*Industrial Mathematics Day* (TU Delft, 24 april): Flow through porous media.

*Analyse Dag* (TU Delft): 15 mei.

*Voordracht van dr. N.G. Lloyd* (TU Delft, 19 mei): Hilbert's sixteenth problem, some recent developments.

*Werkseminarium Toegepaste Analyse* (RU Utrecht): 21 mei.

*First International Conference on Industrial and Applied Mathematics* (Parijs, 29 juni t/m 3 juli).

*11<sup>th</sup> International Conference on Nonlinear Oscillations* (Boedapest, 17 t/m 23 augustus).

*Voordracht van dr. B. Kawohl* (TU Delft, 7 oktober): Singularity transformation for nonlinear parabolic equations.

#### *Voordrachten*

- (1) Periodieke windgeïnduceerde trillingen van een oscillator met twee vrijheidsgraden; 23<sup>e</sup> Nederlands Mathematisch Congres; RU Utrecht, 16 april.
- (2) Normal forms in the theory of galloping for an aeroelastic oscillator with two degrees of freedom; First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM '87); Parijs, 29 juni t/m 3 juli.
- (3) Computer-algebra and the study of periodic solutions for nonlinear differential equations; 11<sup>th</sup> International Conference on Nonlinear Oscillations (ICNO-XI); Boedapest, 17 t/m 23 augustus.

#### *Analyse op Lie-groepen*

Projectleiders : prof.dr. G. van Dijk en dr. T.H. Koorwinder  
 Medewerker : drs. M.F.E. de Jeu  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

In dit project wordt aandacht besteed aan de harmonische analyse op complexe pseudo-Riemannse symmetrische ruimten  $X = G/H$ . Goede voortgang werd gemaakt bij het vinden van de Plancherel-formule voor  $K$ -invariante functies. Voor algemenere  $K$ -types zijn de problemen nog groot. Een belangrijk vermoeden is dat de complexe paren  $(G, H)$  gegeneraliseerde Gelfand-paren zijn. Voor een aantal ruimten van complexe rang 1 is dit vermoeden door ons bewezen. Ook de vraag naar z.g. multipliciteitsvrije Gelfand-paren werd door De Jeu gesteld en gedeeltelijk beantwoord. Verder onderzoek is nodig.

#### *Publikaties*

1. M.F.E. DE JEU (1987). Continuous linear functionals on certain function spaces satisfying a system of two singular second order differential equations. *Indag. Math.* 49, 397-416.

#### *Deelname aan colloquia, werkgroepen e.d.*

*Werkgroep Analyse op Lie-groepen* (Leiden/CWI), februari, maart, november, december: M.F.E. de Jeu.

*Lie Groups Seminar*, Amsterdam, april: M.F.E. de Jeu.

*Bezoekers*

S. Helgason (M.I.T., Cambridge (USA)), 20-22 april.

*Quantisatie van 3-vrijheidsgraden systemen*

Projectleiders : dr. F. Verhulst en dr. J.A. Sanders  
 Medewerker : drs. M.A. Fekken  
 Aavangsdatum : 1 juli 1983

1. Bij de behandeling van quantisatieproblemen met drie vrijheidsgraden is het belangrijkste technische hulpmiddel 'formulemanipulatie'. Reeds eerder is binnen dit project een formulemanipulator, FFM, geconstrueerd en deze is nu in een definitief stadium gekomen als FFM 2.0. In het verslagjaar verscheen de FFM 2.0 User Manual. Deze nieuwe versie bevat de reeds aangekondigde multi-precisie faciliteiten plus nog enkele andere uitbreidingen. Bovendien zijn er ondersteunende programma's (pre- en postprocessors) voor het programma gemaakt, waardoor het programma nu veel eenvoudiger te gebruiken is. Deze ondersteunende programma's werken alleen op ms-dos micro-computers. Hieruit mag men concluderen dat het programma nu ook op dergelijke micro-computers geïmplementeerd is en op diskette(s) verspreid kan worden. Deze definitieve versie van de formulemanipulator zal in 1988 worden gebruikt voor het oplossen van expliciete quantisatieproblemen.
2. Uitgaande van het onderzoek, neergelegd in VU-rapporten 288 en 317 zijn de mathematisch-fysische problemen van het project opnieuw ter hand genomen.  
 Op theoretisch gebied hebben we geprobeerd de normalisatie van klassieke en quantummechanische Hamilton-systemen onder één noemer (in één formule) samen te vatten. Het ziet er naar uit dat de combinatoriek in beide gevallen hetzelfde is. Indien we dit kunnen bevestigen, dan opent dit de mogelijkheid te onderzoeken in hoeverre de normalisatie en quantisatie van Hamilton-systemen (niet) met elkaar commuteren.  
 Een dergelijk resultaat zou een antwoord geven op een van de basisvragen van het onderzoek.
3. M.A. Fekken heeft gedurende de periode 1 juli 1987-1 juli 1988 een deeltijdaanstelling bij de Faculteit Wiskunde en Informatica van de RU Utrecht. Het is de bedoeling dat in deze periode het onderzoek wordt afgerond, waarna een eindverslag en promotie kunnen volgen.

*Publikaties*

Het grootste deel van het onderzoek 1987 is beschreven in de FFM 2.0 User Manual.

### *Voordrachten*

In 1987 is er op het stafcolloquium van de vakgroep Wiskunde, RU Utrecht gesproken over de voortgang van het onderzoek.

### *Contacten*

In 1987 zijn er verscheidene malen bijeenkomsten geweest op de TU Delft in verband met een mogelijk project waarbij getracht zal worden de formulemanipulator op een aantal van de daar aanwezige super micro- en mini-computers te implementeren en te versnellen.

### *Semi-lineaire elliptische eigenwaardeproblemen*

Projectleider : prof.dr. Ph.P.J.E. Clément  
 Medewerker : drs. G. Sweers  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1984

In het afgelopen jaar is allereerst het volgende probleem bekeken:

$$\begin{cases} -\Delta u = \lambda f(u) & \text{in } \Omega \\ u = 0 & \text{op } \partial\Omega \end{cases} \quad (*)$$

Het gebied  $\Omega$  is een open en begrensde deel van  $\mathbb{R}^N$ .

Resultaten in chronologische volgorde:

- Laat  $f$  een nulpunt  $\rho$  hebben met  $f$  dalend bij dit nulpunt. Stel er bestaan oplossingen  $(\lambda, u)$  met  $\lambda > 0$ ,  $u > 0$  en  $\max(u) \in (\rho - \epsilon, \rho)$  voor een  $\epsilon > 0$  (Noodzakelijke en voldoende voorwaarden zijn verkregen in [1]). In [3] zijn afschattingen verkregen voor de grenslaag van de oplossingen met  $\lambda$  groot. In het bijzonder het verband van deze schatting met de aard van het nulpunt.
- De methode van onder en bovenoplossingen die gebruikt is in [1] heeft als voorwaarde een bepaalde regulariteit van  $f$ , b.v. Lipschitz-continuïteit. Ook in met [2] verwante artikelen, [DS], [SW], gebruikt met zo'n voorwaarde. Niettemin is het mogelijk de existentie van een oplossing te bewijzen indien  $f$  slechts continu is. Zie [4].
- In [1] en [SW] werd aangenomen dat  $\Omega$  aan een 'uniform interior sphere condition' voldoet:

er is  $\epsilon > 0$  zodat  $\Omega = \cup \{B(x, \epsilon); d(x, \partial\Omega) > \epsilon\}$ , waarbij  $B(x, \epsilon)$  de open bol rond  $x$  met straal  $\epsilon$  is.

Als  $f(0) \geq 0$  speelt deze voorwaarde geen rol voor de existentie van een positieve oplossing. Als  $f(0) < 0$  verandert dat. In [5] wordt aangetoond dat er in dit geval een kritieke hoek voor het gebied bestaat. In die zin dat er voor een gebied met een scherpere hoek geen positieve oplossing bestaat voor welke  $\lambda > 0$  dan ook. Omdat er voor deze gebieden nog steeds stabiele oplossingen kunnen bestaan met maximum in  $(\rho - \epsilon, \rho)$ , (Stabiel als stabiele limietoplossingen van het bijbehorende parabolische probleem) bestaan er stabiele van teken wisselende oplossingen. Dit beantwoordt een vraag van Matano, [M].

- d) De methode van boven en onderoplossingen is ook bruikbaar voor een klasse van problemen waarbij  $f$  ook van de ruimtevariabele afhangt. Enkele resultaten hierover zijn te vinden in [6], n.l. existentie en stabiliteit voor oplossingen met grenslaag als wel met inwendige laag. Een deel van de resultaten in [F], [FG] worden hiermee op andere wijze met zwakkere voorwaarden bewezen. De in [F], [FG] verkregen asymptotische stabiliteit is in [6] slechts bewezen voor de oplossingen met alleen een grenslaag.

In de loop van het onderzoek zijn ook resultaten verkregen voor enkele niet direct met (\*) in verband staande elliptische problemen.

- e) Een open vraag, die door B. Kawohl onder de aandacht werd gebracht (zie [K]), beschouwt

$$\begin{cases} -\Delta u = \lambda f(u) & \text{in } \Omega \\ u = 0 & \text{op } \partial\Omega \end{cases}$$

waarbij  $\Omega$  een convex gebied in  $\mathbb{R}^2$  is met symmetrie in de coördinaatassen ( $\nabla u$  is de 'stress' van een staaf onder torsie met doorsnede  $\Omega$ ). Een vermoeden van De Saint Venant uit 1859 zegt dat  $|\nabla u(x)|$  maximaal is op de doorsnede van  $\partial\Omega$  en de grootste ingeschreven cirkel. In [7] wordt aangetoond dat dit vermoeden onjuist is.

- f) Een ander probleem uit de elasticiteitstheorie wordt beschouwd in [8], het zogeheten Lamé-stelsel.

In het nog ditzelfde jaar verschenen artikel worden diverse resultaten voor de eigenwaarden en eigenfuncties van dit stelsel bewezen.

- g) Het klassieke maximum principe voor elliptische differentiaalvergelijkingen is uit te breiden tot coöperatieve stelsels van elliptische differentiaalvergelijkingen (zie [PW]).

Sommige niet-coöperatieve stelsels zijn te transformeren tot coöperatieve stelsels, [FM], [W]. In [9] wordt een stelsel beschouwd dat niet lijkt te transformeren tot een coöperatief stelsel. Desalniettemin kan men voor een bolvormig gebied een maximum principe bewijzen.

De betreffende artikelen zullen gebundeld worden tot een proefschrift.

### Referenties

- [DS] E.N. DANCER, K. SCHMITT (1987). On positive solutions of semilinear elliptic equations. *Proc. A.M.S.* 101, 445-452.  
 [F] P.C. DIFE (1973). Semilinear boundary value problems with small parameters. *Arch. Rat. Mech. Anal.* 52, 205-232.  
 [FG] P.C. FIFE, W.M. GREENLEE (1974). Interior transition layers for elliptic boundary value problems with a small parameter. *Russian Math. Surveys* 29:4, 103-131; from *Успехи матем. наук* 29:4 (1974), 103-130.  
 [FM] D.G. DEFIGUEIREDO, E. MITIDIERI (1986). A Maximum principle for an elliptic system and applications to semilinear problems. *SIAM J. Math. Anal.* 17, 836-849.

- [K] B. KAWOHL (1987). On the location of maxima of the gradient for solutions to quasilinear elliptic problems and a problem raised by Saint Venant. *Journal of Elasticity* 17, 195-206.
- [M] H. MATANO, private communication.
- [PW] M. PROTTER, H. WEINBERGER (1967). Maximum Principles in Differential Equations, Prentice Hall, Englewood Cliffs N.J.
- [SW] J. SMOLLER, A. WASSERMAN (1987). Existence of positive solutions for semilinear elliptic equations in general domains. *Arch. Rat. Mech. Anal.* 98, 229-249.
- [W] H.F. WEINBERGER (1987). Some Remarks on Invariant Sets for Systems. *IMA Preprint Series* 333, University of Minnesota.

#### Publikaties

1. PH. CLÉMENT, G. SWEERS (1987). Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic eigenvalue problem. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* (4), 14, 97-121.
2. G. SWEERS. On the maximum of solutions for a semilinear elliptic problem, to appear in: *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, (1988).
3. G. SWEERS (1987). Some results for a semilinear elliptic problem with a large parameter. *Proceedings ICIAM 87, Paris-La Villette*, 109-116.
4. PH. CLÉMENT, G. SWEERS. Getting a solution between sub and supersolutions without monotone iteration, *Rendiconti dell'Instituto di Matematica dell'Università di Trieste*, (to appear).
5. G. SWEERS (1987). *Semilinear Elliptic Problems on Domains with Corners*. Report 87-83, Dept. Math, TU Delft.
6. G. SWEERS. Existence and stability for a nonautonomous semilinear elliptic problem, in preparation.
7. G. SWEERS. A counter-example with convex domain to a conjecture of De Saint Venant, to appear in: *Journal of Elasticity*, (1989).
8. B. KAWOHL, G. SWEERS (1987). Remarks on the eigenvalues and eigenfunctions of a special elliptic system. *Journal of Appl. Math. Ph. (ZAMP)*, 38, 730-740.
9. G. SWEERS. A strong maximum principle for a non-cooperative elliptic system, submitted.

#### Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.

*Analysedag*, Leiden, 28 januari: Ph.P.J.E. Clément, G. Sweers.  
*Werkbezoek Universiteit Heidelberg*, 29 maart-11 april: G. Sweers.  
*Werkbezoek Universiteit Triest*, 7-12 juni: G. Sweers.  
*ICIAM 87*, Parijs, 29 juni-3 juli: G. Sweers.  
*Workshop on Nonlinear Differential Equations* in Leiden, 12-16 oktober:  
 Ph.P.J.E. Clément, G. Sweers.  
*Niet-lineaire Analyse-dag* in Utrecht, 19 november: Ph.P.J.E. Clément, G. Sweers.  
*Werkbezoek Universiteit Bath*, 26-27 november: G. Sweers.



*Tagung über Nicht-Lineare Analysis* te Keulen, 11-12 december: Ph.P.J.E. Clément, G. Sweers.

### *Voordrachten*

- Ph.P.J.E. Clément: Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic eigenvalue problem. *Workshop on Nonlinear Differential Equations*, Leiden, 13 oktober.
- Ph.P.J.E. Clément: Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic eigenvalue problem. *Tagung über Nicht-Lineare Analysis*, Keulen, 11 december.
- G. Sweers: Bifurcatie uit 'oneindig' voor een elliptisch randwaardeprobleem. Vakgroep T.A., TU Delft, 10 februari.
- G. Sweers: Existence and multiplicity for a semilinear elliptic eigenvalue problem. Universiteit Heidelberg, 2 maart.
- G. Sweers: A Counterexample with convex domain to a conjecture of De Saint Venant. Universiteit Triëst, 10 juni.
- G. Sweers: A Counterexample with convex domain to a conjecture of De Saint Venant. Universiteit Bologna, 16 juni.
- G. Sweers: Results for a semilinear elliptic problem with a large parameter. *ICIAM 87*, Parijs, 30 juni.
- G. Sweers: Existence and multiplicity for a semilinear elliptic eigenvalue problem. KU Nijmegen, 9 september.

### *Bezoekers*

- J. Nohel (Madison, USA) 29 januari.
- S. Kamin (Tel Aviv) 11 februari.
- P. Grisvard (Nice) 15 mei.
- L. Peletier (Leiden) 15 mei.
- H. Berestycki (Parijs) 16 september.
- B. Kawohl (Heidelberg) 5-9 oktober.
- E. Mitidieri (Triëst) 19-23 oktober.
- G. Mancini (Bologna) 14-17 december.
- D. DeFigueiredo (Campinas, Brazilië) 18 december.

### *Asymptotische analyse van resonantie beschreven door niet-lineaire tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh  
 Medewerker : ir. W.T. van Horssen  
 Aanvangsdatum : 1 september 1984

De in 1986 verkregen resultaten, betrekking hebbend op de ontwikkeling van een asymptotische theorie voor gestoorde golfvergelijkingen, zijn in 1987 geordend. Een samenhangend deel uit deze ordening is verwerkt tot een rapport en artikel. Met succes is een soortgelijke asymptotische theorie ontwikkeld voor

een klasse begin-randwaardeproblemen voor stelsels van niet-lineair gestoorde golfvergelijkingen. De goed-gesteldheid (in de klassieke zin) van deze problemen is aangetoond op een tijdschaal van de orde  $\epsilon^{-1}$ , waarin  $\epsilon$  een kleine parameter is, die voor de niet-lineaire term in de partiële differentiaalvergelijking staat. Deze resultaten zijn eveneens gepubliceerd in een rapport.

Naast de goed-gesteldheid van de problemen is ook de asymptotische geldigheid van formele benaderingen onderzocht. Voor een klasse van formele benaderingen is asymptotische geldigheid aangetoond op die tijdschaal waarvoor het begin-randwaardeprobleem goed gesteld is. Als toepassing is een model afgeleid welke de 'galloping' oscillaties van hoogspanningsleidingen in een windveld beschrijft. Dit model is met behulp van perturbatie-technieken geanalyseerd. Bovendien kon met behulp van de ontwikkelde asymptotische theorie de geldigheid van de verkregen benaderingen worden aangetoond.

#### Publicaties

1. W.T. VAN HORSSSEN (1987). *An Asymptotic Theory for a Class of Initial-Boundary Value Problems for Weakly Nonlinear Wave Equations with an Application to a Model of the Galloping Oscillations of Overhead Transmission Lines*. Rapport 87-12 der faculteit TWI der TU Delft.
2. W.T. VAN HORSSSEN (1987). An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations. M. FARKAS, V. KERTESZ, G. STEPAN (eds.). *Proceedings of the 11th International Conference on Nonlinear Oscillations ICNO*, Budapest, Hongarije, 17-23 augustus 1987, 287-290.
3. W.T. VAN HORSSSEN (1987). *Asymptotics for a System of Nonlinearly Coupled Wave Equations with an Application to the Galloping Oscillations of Overhead Transmission Lines*. Rapport 87-78 der Faculteit RWI der TU Delft.

#### Voordrachten

- 23e Nederlands Mathematisch Congres, RU Utrecht, 15-16 april, 'Een asymptotische theorie toegepast op een eenvoudig model welke de windgeïnduceerde trillingen van hoogspanningslijnen beschrijft', 16 april.
- First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 87), Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli, 'An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations', 1 juli.
- 11th International Conference on Nonlinear Oscillations ICNO, Budapest, Hongarije, 17-23 augustus, 'An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations', 19 september.
- 7th Symposium on Trends in Applications of Mathematics to Mechanics, Wassenaar, 7-11 december, 'An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for a system of coupled, weakly nonlinear wave equations', 8 december.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

*Colloquium Analyse van Mathematische Modellen* (TU Delft), 10 februari, 10 maart, 7 april, 12 mei, 2 juni.

*Delft Industrial Mathematics Seminar* (TU Delft), 23 september, 6 oktober, 27 oktober, 3 november, 17 november, 15 december.

*Lezing prof. J.A. Nohel: Motions of Viscoelastic Materials with Memory*, TU Delft, 29 januari.

*Bijeenkomst over Invariante Variëteiten in Dynamische Systemen* (TU Delft), 25 februari.

*Voordracht dr. N.G. Lloyd: Hilbert's sixteenth problem - some recent developments* (TU Delft), 19 mei.

*College Bijzondere Onderwerpen: Variatierekening en twee-fluïda hydrodynamica*, door prof. J.A. Geurst, januari-mei.

*Werkseminarium Toegepaste Analyse* (RU Utrecht), 21 mei, 18 juni.

*23e Nederlands Mathematisch Congres*, RU Utrecht, 15-16 april.

*First International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 87)*, Parijs, Frankrijk, 29 juni-3 juli.

*11th International Conference on Nonlinear Oscillations ICNO*, Budapest, Hongarije, 17-23 augustus.

*Niet Lineaire Analyse-Dag* te Utrecht, 19 november.

*7th Symposium on Trends in Applications of Mathematics to Mechanics*, Wasenaar, 7-11 december.

*Niet-lineaire elliptische vergelijkingen en Emden-Fowler theorie*

Projectleider : prof.dr.ir. L.A. Peletier

Medewerker : drs. M.C. Knaap

Aanvangsdatum : 1 mei 1987

Begonnen is met de studie van de quasi-lineaire vergelijking

$$\begin{cases} \operatorname{div}(A(Du)Du) + f(u) = 0, u \geq 0 & \text{in } B_R \\ u = 0 & \text{op } \partial B_R \end{cases}$$

waarin  $B_R = \{x \in \mathbb{R}^N : |x| < R\}$ , wanneer  $A(s) = |s|^{p-2}$ ,  $1 < p < N$ , en

$$f(u) = u^q.$$

Het is bekend dat dit probleem voor  $q < q^* = \{(p-1)N + p\}/(N-p)$  een oplossing  $u(x, q)$  heeft maar voor  $q = q^*$  niet. Het gedrag van  $u(x, q)$  als  $q \rightarrow q^*$  werd onderzocht, en een asymptotische uitdrukking voor  $u(x, q)$  in de parameter  $\epsilon = q^* - q$  werd gevonden, zowel voor  $x = 0$  als voor  $x \neq 0$ .

Een rapport is in voorbereiding.

*Deelname aan conferenties, werkbezoeken e.d.*

*Summercourse on Partial Differential Equations, Santander (Universidad Autónoma), Spanje, 29 juni-3 juli.*

*Workshop on Nonlinear Differential Equations, (RU Leiden), 12-16 oktober.*

*Bezoekers*

De volgende bezoekers aan het Mathematisch Instituut waren voor dit onderzoek van belang: F.V. Atkinson (Toronto, 10-21 oktober), A. Bahri (Parijs, 5-7 oktober), H. Brézis (Parijs, 1 september-1 november), H. Egnell (Uppsala, 10-18 oktober), J. Serrin (Minnesota, 10-17 oktober), L. Veron (Tours, 11-17 oktober).

# Verlag van het Landelijk Samenwerkingsverband

## Algebra en Meetkunde

### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Singulariteitentheorie (prof.dr. E.J.N. Looijenga (KU Nijmegen), prof.dr. D. Siersma (RU Utrecht) en prof.dr. J.H.M. Steenbrink (RU Leiden)).
- Moduli (dr. G. van der Geer (Universiteit van Amsterdam), prof.dr. F. Oort (RU Utrecht) en dr. C.A.M. Peters (RU Leiden)).
- Diophantische approximaties (prof.dr. R. Tijdeman (RU Leiden) en dr. F. Beukers, (RU Utrecht)).
- Primaliteitstests (prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. en dr. P. van Emde Boas, Universiteit van Amsterdam).
- Differentiaalvergelijkingen en formele groepen (prof.dr. M. van der Put (RU Groningen) en prof.dr. B. Ditters (VU Amsterdam)).
- Aritmetische algebraïsche meetkunde (prof.dr. J.H.M. Steenbrink (RU Leiden), prof.dr. G.B.M. van der Geer (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. F. Oort (RU Utrecht)).
- Absolute retracten en de compacte uitbreidingseigenschap (prof.dr. J. van Mill (VU Amsterdam)).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het werkterrein van het LSV Algebra en Meetkunde beslaat de algebra, de getaltheorie en de meetkunde inclusief de topologie (1980 Mathematics Subject Classification: 10-20, 51-57, een belangrijk deel van 8, 22 en 58 en een geringer deel van 4-6, 32 en 40). Daarbij worden hulpmiddelen uit andere gebieden van de wiskunde, zoals de analyse, de stochastiek en de discrete wiskunde benut en worden impulsen tot nieuw onderzoek ook gevonden in ontwikkelingen op andere gebieden zoals de informatica en de fysica.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

*Singulariteitentheorie*

Projectleiders : prof.dr. E.J.N. Looijenga, prof.dr. D. Siersma en  
 prof.dr. J.H.M. Steenbrink  
 Medewerker : drs. Th. de Jong (vanaf 1 september 1984)  
 Aanvangsdatum : 1 december 1980

Th. de Jong verbleef tot 1 april aan de Universiteit van Kaiserslautern. Hij herschreef zijn resultaten over de topologie van zekere lijnsingulariteiten. Hij introduceerde een nieuwe invariant voor kiemen van holomorfe functies met 1-dimensionale singuliere locus en transversaal type  $A_1$ : het virtuele aantal  $D_\infty$ -punten, en slaagde erin hiermee formules van Pellikaan en Siersma te generaliseren tot het geval dat de singuliere locus geen volledige doorsnijding is. Samen met A.J. de Jong wist hij in het geval van een divisor in een compacte complexe variëteit deze lokale invariant in verband te brengen met globale invarianten. In samenwerking met D. van Straten werkte hij een deformatietheorie voor zwak normale oppervlaksingulariteiten uit, waarvan de eerste aanzet reeds in het proefschrift van Pellikaan gegeven was.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

Th. de Jong bezocht in december de Universiteit van Coventry te Warwick, UK voor samenwerking met D. Mond en het geven van een voordracht.

*Voordrachten*

Th. de Jong: Virtuele Whitney paraplu's bij transversale  $A_1$ -singulariteiten. Leiden, februari.  
 Th. de Jong: Über virtuelle  $D_\infty$ -Punkte. Bonn, februari.  
 Th. de Jong: Infinitesimale deformaties van niet-geïsoleerde singulariteiten. Utrecht, november.  
 Th. de Jongh: The virtual number of  $D_\infty$ -pont. Warwick, december.

*Publikaties*

1. T. DE JONG (1987). Some classes of line singularities. Verschijnt in *Math. Zeitschrift*.
2. T. DE JONG (1987). *The Virtual Number of  $D_\infty$  Points*. Univ. Kaiserslautern, preprint no. 128.
3. A.J. DE JONG, T. DE JONG (1987). *The Virtual Number of  $D_\infty$  Points II*. Preprint Leiden.
4. E.J.N. LOOIJENGA (1987).  *$L^2$ -Cohomology of Locally Symmetric Varieties*. Preprint Princeton.
5. G.R. PELLIKAAN (1987). *Deformations of Hypersurfaces with a One Dimensional Locus*. VU report WS-338.
6. G.R. PELLIKAAN (1987). *Series of Isolated Singularities*. Preprint.

7. G.R. PELLIKAAN (1987). *On Hypersurface Singularities which are Stems*. VU report WS 326.
8. G.R. PELLIKAAN (1987). *Projective Resolutions of the Quotient of Two Ideals*. Preprint.
9. G.R. PELLIKAAN (1987). *Finite Determinacy of Functions with Non-Isolated Singularities*. Preprint.
10. D. SIERSMA (1987). Singularities with critical locus a 1-dimensional complete intersection and transversal type  $A_1$ . *Topology and its Appl.* 27, 51-73.
11. D. SIERSMA (1987). *Quasi-Homogeneous Singularities with Transversal Type  $A_1$* . RUU preprint 452.
12. J.H.M. STEENBRINK (1987). Mixed Hodge structures and singularities: a survey. *Géométrie Algébrique et Applications III*, Hermann, Paris, 99-123.
13. J.H.M. STEENBRINK, S. ZUCKER (1987). Polar curves, resolution of singularities and the filtered mixed Hodge structure on the vanishing cohomology. *Lecture Notes in Math.* 1273, Springer, 178-202.
14. J. STEVENS (1987). *Improvements of Non-Isolated Surface Singularities*. RUU preprint 455.
15. D. VAN STRATEN (1987). *Weakly Normal Surface Singularities and their Improvements*. Academisch proefschrift, RU Leiden.
16. D. VAN STRATEN (1985). On the Betti numbers of the Milnor fibre of a certain class of hypersurface singularities. *Singularities, Representations of Algebras and Vector Bundles*, Lambracht 1985. *Lecture Notes in Math.* 1273, Springer. 203-220.

#### *Educatieve werkzaamheden*

Het intercity seminarium singulariteitentheorie is per 1 september opgegaan in een nieuw intercityseminarium complex-analytische meetkunde, mede georganiseerd door C.A.M. Peters. Gehouden voordrachten:

- VU Amsterdam 13-2. J. Stevens: Kanonieke singulariteiten (volgens M. Reid); R. Sjamaar: Intersectiecohomologie 9 (Poincaré- en Verdier-dualiteit).
- RU Leiden 27-2 J. Stevens: Kanonieke singulariteiten (vervolg), Th. de Jong: Virtuele Whitney-paraplu's bij transversale  $A_1$ -singulariteiten.
- RU Utrecht 13-3. J.H.M. Steenbrink: Maximale Cohen-Macaulay modulen op projectieve hyperoppervlakken; H. Knörrer: deformatie van kromme-singulariteiten en torsie-vrije schoven.
- KU Nijmegen 27-3. G.R. Pellikaan: Eindige bepaaldheid van functies en het begrip 'stam'. J.H.M. Steenbrink: Cohomologie van gewogen projectieve volledige doorsnijdingen.
- VU Amsterdam 8-5. M.G.M. van Doorn: Verwijnde cykels en  $D$ -modulen. J.H.M. Steenbrink: Spectra en series van geïsoleerde singulariteiten.
- RU Utrecht 18-9. C. Peters: Vezelingen en drievouden.
- Universiteit van Amsterdam 2-10. Y. Miyaoka: Classification of threefolds; C. Peters: vervolg.

- RU Leiden 16-10. G. Heckman: Monodromie van de hogere hypergeometrische functies; E. Looijenga: Het Zucker-vermoeden.  
 KU Nijmegen 30-10. J.-L. Verdier: New solitons; C. Peters; vervolg.  
 RU Utrecht 13-11. T. de Jong: Infinitesimale deformaties van niet-geïsoleerde singulariteiten; C. Peters: vervolg.  
 RU Leiden 27-11. H. Sterk: Perioden van Enriques oppervlakken; C. Peters: vervolg.  
 Universiteit van Amsterdam 11-12. J. Carlson: Maximal integral submanifolds for Griffiths' horizontal distribution; H. Knörrer: De complexe meetkunde van Fermi-krommen (gezamenlijk met de werkgroep Mathematische Structuren in de Veldentheorie).

### *Moduli*

- Projectleiders : prof.dr. F. Oort, dr. G. van der Geer en  
 dr. C.A.M. Peters  
 Medewerkers : drs. C. Faber en drs. J. Top  
 Aanvangsdatum : 1 september 1981

### *Overzicht activiteiten van drs. C. Faber*

Het onderzoek aan de moduli-ruimten van krommen is in 1987 zeer succesrijk geweest. Hij is er in geslaagd de structuur van de Chow-ring van de moduli-ruimte van stabiele krommen van geslacht drie te bepalen. Met dit resultaat heeft hij veel waardering bij de experts op het gebied van de algebraïsche krommen geoogst. Verder heeft hij gedeeltelijke resultaten voor de Chow-ringen van  $M_g$  met het geslacht  $g$  groter dan drie, in het bijzonder  $g=4$ . Verder heeft hij de Chow-ring van de universele kromme van geslacht twee bepaald. Hij hoopt in 1988 op deze resultaten te promoveren.

### *Publikaties*

De Preprint 'Prym varieties of triple cyclic covers' is aangeboden aan *Math. Zeitschrift*.

### *Voordrachten*

- 1) Prym varieties of triple covers. (Brown Univ., april)
- 2) The Hodge Conjecture for Fermat varieties (Sem. Arithm. alg. meetkunde, november)
- 3) De Chow-ring van  $M_3$ . (Amsterdam, juni)
- 4) De groep  $A_2(M_3)$ . (Leiden, februari).

### *Congresbezoek*

De heer Faber heeft in april en mei 1987 de Verenigde Staten bezocht. Bij dit werkbezoek heeft hij de volgende Universiteiten bezocht: Brown University (Providence), Harvard University (Cambridge (Mass.)), Columbia University (New York).



*Overzicht activiteiten van drs. J. Top*

In 1987 werd het onderzoek naar de z.g. Griffithsgroep van bepaalde 3-dimensionale abelse variëteiten afgesloten. Dit onderzoek resulteerde in het vinden van een methode waarmee voor bepaalde elementen van die groep kan worden aangetoond dat ze een oneindige orde hebben. Met behulp van die methode werd een aantal concrete gevallen gevonden waar deze Griffithsgroep een positieve rang heeft; in al die gevallen kon worden berekend dat zekere  $L$ -functies een nulpunt hadden voor  $s = 1$ , in overeenstemming met vermoedens van S. Bloch waarin gezegd wordt dat het gedrag van deze  $L$ -functies in  $s = 1$  is gerelateerd aan de Griffithsgroep.

Ook werd ouder werk aan de rang van elliptische krommen afgesloten met het schrijven van een preprint en een artikel:

'Neron's proof of the existence of elliptic curves over  $\mathbb{Q}$  with rank at least 11' (Univ. Utrecht, Dept. of Math. preprint nr. 476, july 1987).

'The rank of jacobians of hyperelliptic curves over  $\mathbb{Q}$  over elementary abelian 2-extensions' (geaccepteerd voor publikatie in Tôhoku Math. Journ.).

Vanaf mei 1987 wordt gewerkt aan het vinden van voorbeelden die evidentie kunnen geven voor vermoedens die zeggen dat er diepgaande verbanden bestaan tussen bepaalde 4-dimensionale Galoisrepresentaties en Siegel-modulaire vormen van geslacht 2. Dit resulteerde al in het vinden van nieuwe voorbeelden waar niet aan het z.g. gegeneraliseerde Ramanujan vermoeden is voldaan, en voorbeelden die lijken te corresponderen met Hecke-karakters. Momenteel wordt geprobeerd Galoisrepresentaties die afkomen van abelse oppervlakken over  $\mathbb{Q}$  met goede reductie buiten 2 te relateren aan Siegel-modulaire vormen van geslacht en gewicht 2 en niveau een macht van 2. Het is de bedoeling voor het einde van 1988 (een gedeelte van) dit laatste onderzoek samen met de resultaten over de Griffithsgroep te bundelen in een proefschrift.

*Conferentiebezoek*

*Arbeitsstagung 'Arithmetische Algebraische Geometrie'*, Wuppertal, 22-26 juni.  
*Journées Arithmétiques*, Ulm, 13-19 september.

*Samenwerking*

B. Edixhoven, L. van Gastel, D. van Straten	Utrecht
M. Lübke, R. Koelman, J. Murre, R. Noot, J. de Jong	Leiden
H. Sterk, R. van Doorn	Nijmegen
M. van der Put	Groningen

*Overige publikaties*

1. G. VAN DER GEER (1987). Hilbert modular surfaces. *Erg. Math. 3 Serie*, 16, Springer Verlag.
2. G. VAN DER GEER (1987). Note on Abelian schemes of level three. *Math. Ann.* 278, 401-408.
3. G. VAN DER GEER (met R. RONDONAGI) (1987). *Sur les Fonctions Thêta*

- d'Ordre Deux et les Singularités du Diviseur Thêta*. Preprint, UvA.
4. F. OORT, M. VAN DER PUT. *A Construction of Simple Abelian Varieties*. Preprint RUG, to appear in *Compositio Mathematica*.
  5. C. PETERS (1987). On Arakelov finiteness theorem for higher dimensional varieties. *Rend. Sem. Math. 'Algebraic Varieties of Small Dimension'*, Torino 1986, 43-50.
  6. C. PETERS. *Some Remarks about Reiders Article 'On the Infinitesimal Torelli Theorem for Certain Irregular Surfaces of General Type*. (to appear in *Math. Ann.*).

#### *Bijeenkomsten (moduli-seminarium)*

In het voorjaar van 1987 zijn er voor het laatst moduli-dagen geweest. Het project is ten dele voortgezet als het project aritmetische algebraïsche meetkunde. Daarvan vinden nu twee-wekelijkse bijeenkomsten plaats. Tevens is er een samenwerkingsverband van meer complex-analytisch gerichte meetkundigen ontstaan, óók met twee-wekelijkse bijeenkomsten.

#### *Programma (moduli)*

- |                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| Leiden 16 januari, L. van Gastel | : | The conormal schema.  |
| Leiden 6 februari, C. Faber      | : | $M_3$ .   |
| Leiden 6 maart, J. Top           | : | Voorbeelden van variëteiten waarvan de Griffithsgroep niet-torsie is. |
| Leiden 3 april, B. Edixhoven     | : | Discriminatie van elliptische krommen met kwadraatvrije conductor.    |

#### *Diophantische approximaties*

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Projectleiders | : | prof.dr. R. Tijdeman en dr. F. Beukers |
| Medewerker     | : | drs. B.M.M. de Weger                   |
| Periode        | : | 1 maart 1983 - 28 februari 1987        |

Het uitgevoerde project betrof een onderzoek van het methodisch oplossen van diophantische vergelijkingen met behulp van computers. Het belangrijkste instrument hierbij is de methode van Baker voor het afschatten van lineaire vormen van logaritmen van algebraïsche getallen. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van (gegeneraliseerde) kettingbreuken, complex en  $p$ -adisch, en algebraïsche getaltheorie. Vóór dit onderzoek startte, waren enige losse diophantische vergelijkingen op de aangegeven wijze opgelost, maar naast de methode van Baker werd gebruik gemaakt van ad hoc methoden die afhankelijk waren van de behandelde vergelijking. De Weger is er in geslaagd voor verscheidene klassen van diophantische vergelijkingen algemene oplossingsstechnieken te ontwikkelen die het mogelijk maken elke vergelijking uit zo'n klasse met een computerberekening op te lossen. Hiertoe heeft hij enkele algoritmen uit de meetkunde der getallen en uit de algebraïsche getaltheorie in aangepaste vorm in de theorie over diophantische vergelijkingen

geïntroduceerd. Verder was een omvangrijke arbeid aan afschattings-, numeriek- en programmeerwerk nodig om dit te realiseren. Speciale aandacht werd geschonken aan het vermijden van afrondingen die tot fouten in het eindresultaat zouden kunnen leiden. In de bestaande literatuur was dit aspect verwaarloosd. Verdere details van het onderzoek zijn vermeld in de Inleiding tot deel II van dit jaarverslag.

### *Primaliteitstests*

Projectleiders : prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. en dr. P. van Emde Boas  
 Medewerkers : drs. W. Bosma en drs. M.P.M. van der Hulst  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1985

In het verslagjaar is belangrijke vooruitgang geboekt bij de implementatie van de verbeteringen van de Cohen-Lenstra versie van de Adleman, Pomerance en Rumely primaliteitstest. De theorie benodigd om de nodige tests op congruenties te kunnen combineren is ontwikkeld en een ontwerp voor de implementatie van deze combinatie is gereed gekomen. Het onderzoek naar de combinatie van deze test met de klassieke Lucas Lehmer test is aangevat, en tegen het einde van het jaar is duidelijk geworden aan welke voorwaarden moet worden voldaan om deze combinatie mogelijk te maken.

De veelheid aan mogelijke combinaties leidt tot een combinatorisch optimalisatie probleem waarvoor heuristieken dienen te worden ontwikkeld. Dit betreft in het bijzonder de combinatie met Lucas Lehmer omdat hierbij slechts gerekend kan worden met een mogelijkheid van optredend profijt waar- tegenover de nodige rekentijd in rekening dient te worden gebracht. Met het onderzoek naar deze heuristieken is een aanvang gemaakt.

Verwacht mag worden dat in 1988 de implementatie van de primaliteitstest zal worden voltooid. Het valt hierbij niet te verwachten dat testmethoden gebaseerd op elliptische krommen bij deze integratie nog een rol kunnen spelen.

### *Voordrachten, congresbezoek en andere reizen*

Gedurende het voorjaar van 1987 zijn de beide onderzoekers Bosma en Van der Hulst werkzaam geweest bij prof. Lenstra te Berkeley. Eenzelfde verblijf is voorzien voor het jaar 1988. In de zomerperiode zijn enkele bijeenkomsten bezocht. Van 28 juni tot 3 juli is deelgenomen aan het BFC colloquium te Bonn. De heer Bosma heeft aldaar een voordracht gehouden over *Primality testing using complex multiplication on elliptic curves*. De heer Bosma heeft dezelfde voordracht ook gehouden te Budapest op een colloquium over getaltheorie dat diezelfde maand is gehouden. In september heeft de heer Bosma twee voordrachten gehouden over *Optimal continued fractions* op de Journées Arithmétiques te Ulm en op de Jahrestagung Deutsche Mathematik Verein te Berlijn; deze laatste twee voordrachten vonden plaats in september.

De heer Van der Hulst heeft in de maand november gedurende een maand aan de implementatie van de primaliteitstest gewerkt te Chicago bij A.K.

Lenstra, University of Chicago, Dept. Comp. Science. Net buiten het verslagjaar valt de voordracht die Van der Hulst heeft gehouden begin Januari 1988 op de AMS meeting te Atlanta over de combinatie van Jacobisom testen.

*Differentiaalvergelijkingen en formele groepen*

Projectleiders : prof.dr. M. van der Put en prof.dr. B. Ditters  
 Medewerkers : drs. L. van der Marel  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1985

In 1987 was er een vruchtbare samenwerking met drs. S. Hovingh, dr. J. Stienstra, dr. F. Beukers en dr. L. van Hamme. Er werden een aantal bijeenkomsten aan de RU Utrecht gehouden met als thema 'formele groepen'.

Het onderzoek van drs. L. van der Marel in 1987 betrof voornamelijk de volgende onderwerpen:

- \* expliciete formules voor de formele groepen optredend bij een familie krommen;
- \* berekening van  $p$ -adische monodromie voor zekere differentiaalvergelijkingen;
- \* een bestudering van  $p$ -adische aspecten van de hypergeometrische differentiaalvergelijking.

In 1988 zal het accent liggen op het bundelen van de verkregen resultaten tot een proefschrift.

*Aritmetische algebraïsche meetkunde*

Projectleiders : prof.dr. J.H.M. Steenbrink prof.dr. G.B.M. van der Geer, prof.dr. F. Oort  
 Medewerkers : drs. A.J. de Jong  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1987

Het project ging op 1 oktober van start met de indiensttreding van drs. A.J. de Jong als onderzoeker in opleiding. Hij is begonnen zich in te werken in het terrein van de aritmetische algebraïsche meetkunde, in het bijzonder Arakelov's snijtheorie. Hij bestudeert recent werk van Parshin en Miyaoka over ongelijkheden tussen Chernse klassen op aritmetische oppervlakken. De resultaten uit zijn doctoraalscriptie worden verwerkt in een gemeenschappelijke publikatie met Van de Ven en Shepherd-Barron.

*Congressen, werkbezoeken e.d.*

In oktober bezocht A.J. de Jong de Geyer-Harder Arbeitsgemeinschaft in Oberwolfach, met als thema Arakelov's snijtheorie.

*Voordrachten*

A.J. de Jong: An example of Serre concerning conjugate but not homeomorphic varieties, Oberwohlfach, oktober.

*Publikaties*

1. G.B.M. VAN DER GEER (1987). Hilbert modular surfaces. *Ergebnisse der Math.* 16, Springer, 300 pp.
2. G.B.M. VAN DER GEER (1987). Note on abelian schemes of level three. *Math. Ann.* 178, 401-408.
3. G.B.M. VAN DER GEER, R. DONAGI. *Sur les Fonctions Thêta d'Ordre 2 et les Singularités du Diviseur Thêta*. Preprint, Universiteit van Amsterdam.
4. A.J. DE JONG (1987). *The Burkhardt Quartic is Unique*. Doctoraalscriptie, Leiden.
5. T. KATSURA, F. OORT (1987). Families of supersingular abelian surfaces. *Compos. Math.* 62, 107-167.
6. T. KATSURA, F. OORT (1987). Supersingular abelian varieties of dimension two or three and class numbers. T. ODA (ed.). *Adv. Stud. Pure Math.* 10, *Algebraic Geometry, Sendai 1985*, Kinokuniya & North-Holl. Cy, 253-281.
7. F. OORT (1987). Lifting algebraic curves, abelian varieties and their endomorphism rings to characteristic zero. S. BLOCH (ed.). *Proceed. Symp. Pure Math.* 46.2, AMS, 165-195.
8. F. OORT, M. VAN DER PUT (1987). *A Construction of Simple Abelian Varieties*. Math. Inst., RU Groningen, Report ZW 8702, 14 pp.
9. J.H.M. STEENBRINK (1987). Some remarks about the Hodge conjecture. *Hodge Theory, Sant Cugat 1985, Lecture Notes in Math.* 1246, Springer, 165-175.

*Educatieve werkzaamheden**Seminarium aritmetische algebraïsche meetkunde*

Universiteit van Amsterdam, 11 september:

R. Greenberg: Iwasawa theory.

G. van der Geer:  $\Gamma_{00}$ .

RU Utrecht, 25 september:

J.P. Murre: Inleiding tot het Hodge-vermoeden I.

J.H.M. Steenbrink: Inleiding tot het Hodge-vermoeden II.

RU Leiden, 9 oktober:

J.P. Murre: Grothendiecks tegenvoorbeeld voor het naieve Hodge-vermoeden.

C. Faber: Het Hodge-vermoeden voor Fermat-variëteiten: een overzicht.

B. van Geemen: Het Hodge-vermoeden voor bepaalde abelse variëteiten I.

Universiteit van Amsterdam, 23 oktober:

L. van Gastel: Het Hodge-vermoeden voor Fermat-variëteiten-Details.

B. van Geemen: Het Hodge-vermoeden voor bepaalde abelse variëteiten II.

RU Utrecht, 20 november:

M. Levine: Chern classes in  $K$ -theory.

J. Steenbrink: Het Hodge-vermoeden voor zekere abelse variëteiten (volgens Schoen) I.

Universiteit van Amsterdam, 4 december:

G. van der Geer: Het Hodge-vermoeden voor zekere abelse variëteiten (volgens Schoen) II.

Th. Zink: Modular curves and codes.

*Absolute retracten en de compacte uitbreidingseigenschap*

Projectleiders : prof.dr. J. van Mill

Medewerkers : drs. J. van der Bijl

Aanvangsdatum : 15 juni 1987

Een karakterisering van ruimten met de compacte uitbreidingseigenschap met behulp van partiële realisaties van simpliciaalcomplexen (analoog aan de stelling van Whitehead) werd verkregen. Het begrip 'admissibility', waaraan Klee in de zestiger jaren reeds enig onderzoek heeft verricht, bleek equivalent te zijn met de compacte uitbreidingseigenschap voor lineaire ruimten. Gevolg mede hiervan is, dat iedere  $\sigma$ -compacte lineaire ruimte met de compacte uitbreidingseigenschap een absolute retract is (N.B.: Curtis' bewijs van deze stelling bleek niet in orde te zijn). Tot slot bleek de vraag naar een lineaire ruimte, die geen absolute retract is, equivalent te zijn met de vraag naar zo'n zelfde ruimte met de compacte uitbreidingseigenschap.

Bovenstaande resultaten zijn vastgelegd in het artikel *Linear Spaces, Absolute Retracts, and the Compact Extension Property*, dat geaccepteerd is voor publikatie in *Proceedings of The American Mathematical Society*. In het topologie-seminar aan de Vrije Universiteit werden hierover enkele voordrachten gehouden.

Verder zijn de klassieke werken over retracten van Hu en Borsuk voor een deel bestudeerd. Enige voor absolute retracten bekende stellingen zijn geherformuleerd en bewezen voor ruimten met de compacte uitbreidingseigenschap. Een en ander leidde tot de definitie van het begrip 'AR-paar'.

*Bezoekers*

R. Greenberg, Th. Zink.

# Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband

## Logica en Grondslagen van de Wiskunde

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het onderzoek in het LSV is vrij gevarieerd en in hoofdzaak om de onderzoeksprojecten gegroepeerd. Er is een substantieel deel van het onderzoek onder de constructieve (intuitionistische) logica/metamathematica/modeltheorie gegroepeerd. Daaronder valt in het bijzonder de bewijstheorie. Zo werden in het verslagjaar onder andere vanuit het LSV ook bijdragen geleverd aan de volgende projecten:

- het RED-project (Parallele Reductie Machine; prof.dr. H.P. Barendregt, KU Nijmegen)
- het PRISMA-project (Parallel Inference Storage Machine; een project van Philips met deelname vanuit de logica door prof.dr. J.A. Bergstra en dr. P. Rodenburg, Universiteit van Amsterdam en RU Utrecht)
- het CWI/UvA-project Procesalgebra (vanuit de logica werden bijdragen geleverd door prof.dr. J.A. Bergstra en dr. H. Mulder)
- het METEOR-project (Esprit-project 432, deelname vanuit de logica door dr. C.P.J. Koymans, prof.dr. J.A. Bergstra en dr. G.R. Renardel de Lavalette)

# Verslag van het Samenwerkingsverband

## FOM/SMC Mathematische Fysica

### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Vertexoperatoren, Kac-Moody-algebra's en stringtheorie (prof.dr. M. Hazewinkel (CWI/RU Utrecht) en prof.dr. B. de Wit (RU Utrecht)).
- Quantum-kanstheorie (prof.dr. C.L. Scheffer, TU Delft).
- Benaderingsmethoden voor het berekenen van fase-diagrammen voor 'random'-roostersystemen (prof.dr. M. Winnink, RU Groningen).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De naamgeving van het onderzoeksgebied sluit aan bij de terminologie van de International Association of Mathematical Physics (IAMP). Het centrale thema van onderzoek betreft de mathematische structuur van natuurkundige theorieën. Beoefenaren van dit vakgebied zijn wiskundigen en theoretisch natuurkundigen, die proberen enerzijds reeds bestaande, doch vaak minder exact geformuleerde natuurkundige theorieën, wiskundig te onderbouwen en anderzijds uit de structuur van natuurkundige en wiskundige theorieën ideeën op te doen voor nieuwe ontwikkelingen in de wiskunde respectievelijk de natuurkunde.

Hoewel het erg moeilijk is een nauwkeurige afbakening van dit vakgebied te geven, zal één van de criteria moeten zijn onderlinge wisselwerking van wiskunde en natuurkunde op niet-triviaal niveau. Enkele voorbeelden van onderzoeksgebieden waar die interactie wederzijds vruchten afwerpt, zijn ijktheorieën en vezelbundels, supersymmetrie en Lie-groepen, oneindige quantumsystemen en operator algebra's, solitonen en differentiaalmeetkunde, incommensurabele kristallen en groepentheorie, alsmede quantumvelden, statistische mechanica en stochastische processen.



## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

*Vertexoperatoren, Kac-Moody-algebra's en stringtheorie*

Projectleiders : prof.dr. M. Hazewinkel en prof.dr. B. de Wit  
 Medewerker : drs. D.J. Smit

*A. Beschrijving van het probleemgebied*

Het onderzoek omvat een studie naar mathematische fysische beschrijving van de kwantisatie van stringtheorieën. Deze quantumtheorie bestaat op dit moment in twee zeer verschillende mathematische incarnaties. De canonieke kwantisatie leidt tot representatietheorie van de Virasoro-algebra en Kac-Moody-algebra's (en hun super uitbreidingen). Aan de andere kant, kwantisatie volgens de Polyakov 'pad' integraalmethode, leidt tot een beschrijving in termen van analytische eigenschappen van algebraïsche krommen en hun moduli ruimten. Het mathematische verband tussen deze twee beschrijvingen is een groot openstaand probleem. De oplossing van dit probleem is van groot fysisch belang bij het construeren van het echte string-vacuüm in de volledig gequantiseerde theorie. Dit lijkt min of meer equivalent te zijn met de classificatie van alle 2-dimensionale conforme veldentheorieën die gekarakteriseerd worden door de centrale lading in hun Virasoro-algebra.

*B. Activiteit in 1987*

Allereerst onderzoek naar de rol van algebraïsch meetkundige aspecten van moduli ruimten in Polyakov stringtheorie. Het blijkt dat de aritmetische eigenschappen van deze ruimten van overheersend belang zijn. Ook resulteerde een relatie tussen strings (de partitie functie daarvan) en de oneindige plaatsen van algebraïsche getallenlichamen. De resultaten hiervan zijn neergelegd in twee rapporten, beide inmiddels geaccepteerd voor publikatie.

Sindsdien is een begin gemaakt met de Virasoro-Kac-Moody-algebra aspecten van strings. Hier lijkt de Sato universele Grassmanniaan een grote rol te gaan spelen en duiken relaties op met de zogenaamde volledig integreerbare systemen.

Tevens is een begin gemaakt met onderzoek naar de super-algebraïsche meetkundige analoge van de aritmetisch-algebraïsch meetkundige aspecten van strings, (die dus eerst alleen van bosonische strings zijn bekeken).

*Publikaties*

1. D.J. SMIT (1987). *String Theory and Algebraic Geometry of Moduli Spaces*. Report PM-R8705, CWI, Amsterdam; to appear in Comm. Math. Physics.
2. D.J. SMIT (1987). *Algebraic and Arithmetic Geometry in String Theory*. Report PM-R8708, CWI, Amsterdam; to appear in Proc. XVI-th Coll. on Group-Theoretical Methods in Physics, Varna, 1987 (World Scientific, H. DOEBNER (ed.)).

### *Voordrachten*

D.J. Smit, Colloquium aan Lab. Th. Ph. H.E., Univ. de Paris VI over String theory and algebraic geometric methods in string theory, februari.

(Hiernaast een aantal voordrachten in het seminarium 'Kac-Moody-algebra's' Math. Inst. RU Utrecht over diverse onderwerpen, en twee voordrachten op NIKHEF over algebraïsch meetkundige methoden in stringtheorie).

### *Quantum-kanstheorie*

Projectleider : prof.dr. C.L. Scheffer

Medewerkers : dr. J. Maassen en ir. O. Abu-Zeid

Er wordt getracht resultaten en methoden uit de kanstheorie bruikbaar te maken voor en te generaliseren naar de quantummechanica, die als een niet-commutatieve kanstheorie kan worden beschouwd. Doel van het onderzoek is onder meer de uitwerking van een rekenwijze voor het oplossen van quantum-stochastische differentiaalvergelijkingen en de toepassing daarvan op modellen ontleend aan de atoom- en molecuulfysica (bijvoorbeeld een  $n$ -niveau-atoom in een stralingsveld of een lasermodel). Het onderzoek is in september stilgelegd wegens problemen met de personele bezetting, en zal hopelijk binnenkort worden hervat.

### *Publikaties*

1. O. Abu-Zeid (1987). On the existence of joint probability distributions for arbitrary incompatible observables in quantum mechanics, *Phys. Lett.* 125A, 162-164.

### *Benaderingsmethoden voor het berekenen van fase-diagrammen voor 'random'-roostersystemen*

Projectleider : prof.dr. M. Winnink

Medewerker : drs. A. Hof

De vraag luidt in hoeverre de benaderingsmethoden, welke voor klassieke roostersystemen in de praktijk gebruikt worden om thermodynamische fase-diagrammen van legeringen te berekenen, overdraagbaar zijn op zogenaamde 'random'-roostersystemen, zoals spinglazen. In het bijzonder wordt nagegaan of eerder gevonden convergentie- en consistentiecriteria van de benaderingsmethoden voor klassieke 'nonrandom'-roostersystemen ook voor 'random'-roostersystemen geformuleerd kunnen worden.

### SEMINARIA

Langs verschillende wegen zijn in de laatste jaren landelijke seminaria ontstaan waar zowel wiskundigen als natuurkundigen aan deelnemen en geregelde bijeenkomsten beleggen met lezingen en discussies over een van de raakgebieden van hun disciplines. Hieronder volgt een korte beschrijving.

#### *Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*

Dit seminarium bestaat sinds 1981 en komt bijeen op het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam. De oorspronkelijke motivering voor de bijeenkomsten was het nauwe verband tussen ijktheorieën en de theorie van Lie-groepen. Sindsdien zijn diverse onderwerpen aan de orde gekomen, zoals vezelbundels, Yang-Mills-theorie, padintegralen en wiskundige aspecten van supersymmetrie. De op het seminarium behandelde stof wordt uitgewerkt en uitgegeven in de vorm van CWI-syllabi.

#### *Seminarium Integreerbare Systemen*

Dit seminarium wordt gehouden in het CWI te Amsterdam en heeft zich tot dusver beziggehouden met oplossingen van de Yang-Baxter-vergelijkingen en de klassieke en quantummechanische  $R$ -matrix-benadering van integreerbare systemen.

#### *Mark Kac-Seminarium voor Stochastiek en Fysica*

Sinds 1978 komt een groep kanstheoretici en statistisch fysici bijeen voor uitwisseling van ideeën over zaken van gemeenschappelijke interesse, zoals stochastische processen, renormalisatietransformaties op stochastische velden, percolatietheorie en kritische verschijnselen. In 1986 heeft het gezelschap de naam 'Mark Kac-seminarium' aangenomen en tegelijk haar opzet enigszins gewijzigd: naast 'gewone' programma wordt jaarlijks een vooraanstaande buitenlandse onderzoeker uitgenodigd om in een viertal voordrachten een specialistisch onderwerp uiteen te zetten. In het afgelopen jaar heeft prof. J.T. Lewis uit Dublin gesproken over 'toepassing van de methode van grote afwijkingen in de statistische mechanica'. In de vorm van een CWI-syllabus zijn de verslagen gepubliceerd van de voordrachten in de periode 1985-1987.