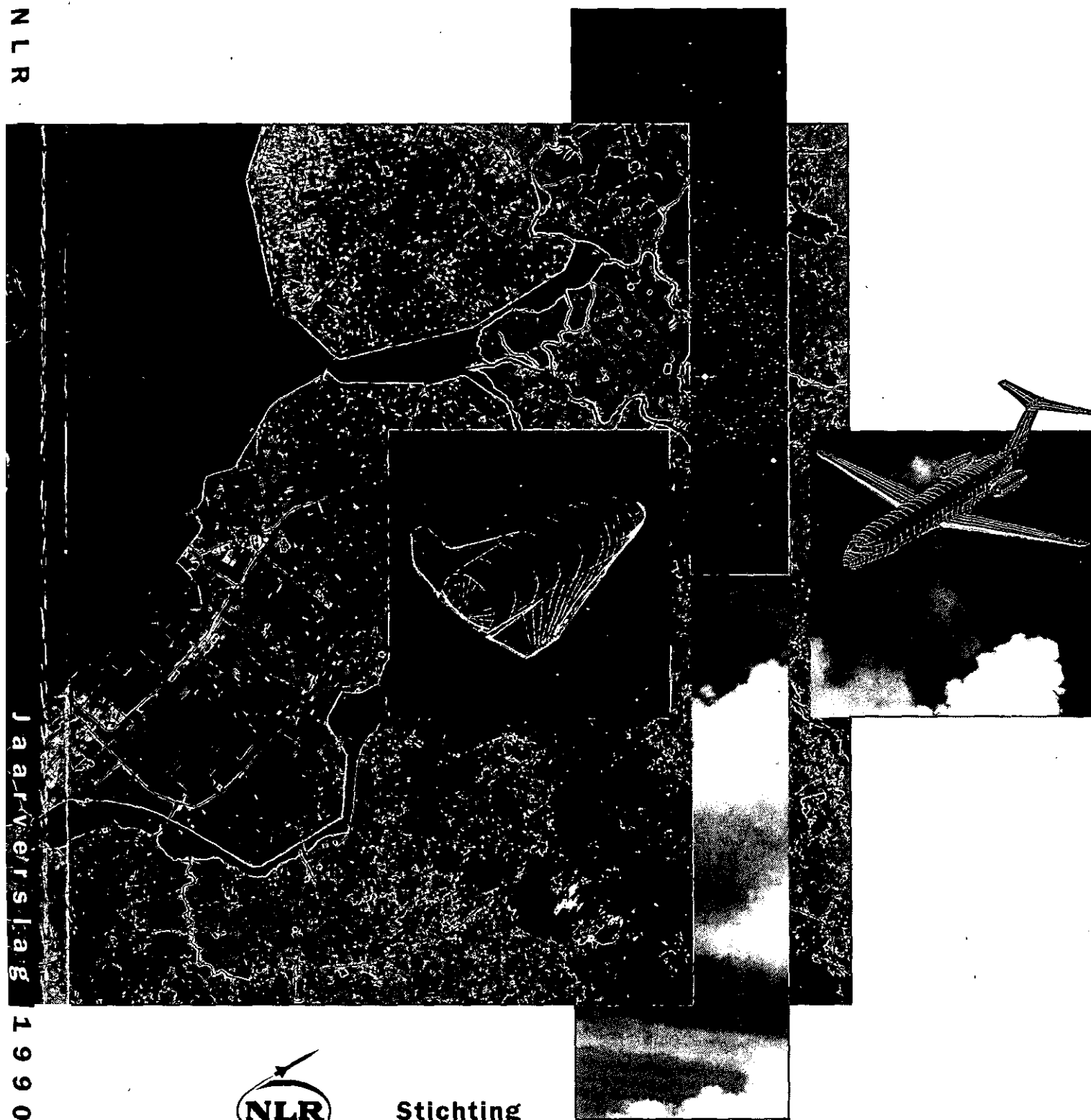


Jaarverslag 1990

NLR

Jaarverslag 1990



Stichting

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Bureau van het bestuur van de Stichting

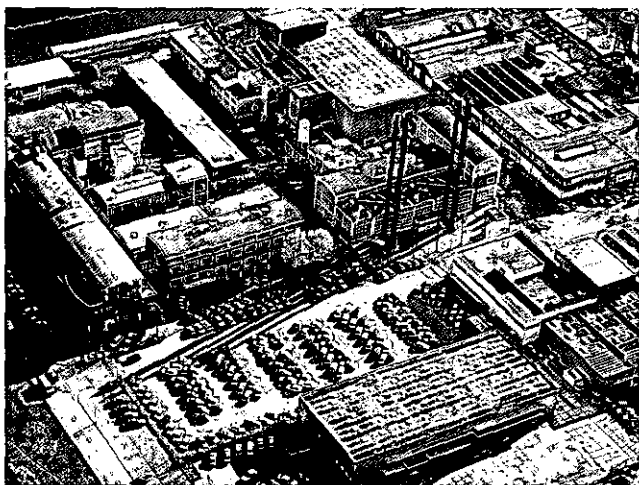
Kluyverweg 1
2629 HS Delft
Telefoon 015 - 78 80 14
Fax 015 - 56 61 01

Laboratorium Amsterdam

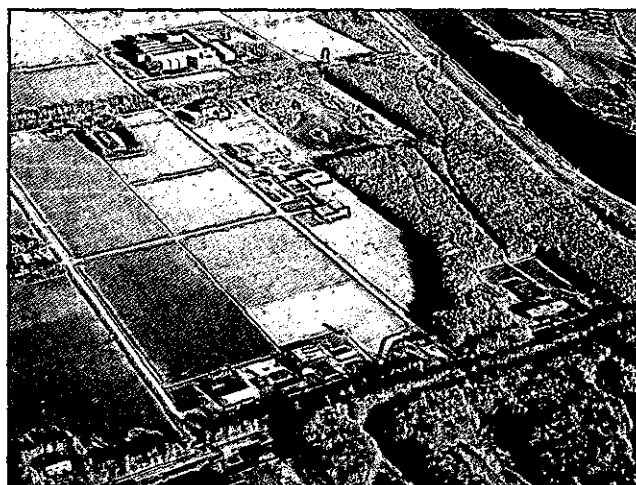
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
Postbus 90502
1006 BM Amsterdam
Telefoon 020 - 511 31 13
Fax 020 511 32 10

Laboratorium Noordoostpolder

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse
Postbus 153
8300 AD Emmeloord
Telefoon 05274 - 8444
Fax 05274 - 8210



NLR Amsterdam
(foto: KLM Luchtfotografie)



NLR Noordoostpolder
(foto: KLM Luchtfotografie)

Bestuur van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium*

Benoemd door:

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach <i>voorzitter</i>	Ministers van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken en van Onderwijs en Wetenschappen
Ir. H.N. Wolleswinkel	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de Rijksluchtvaartdienst (RLD)
Ir. C. Wit	Minister van Verkeer en Waterstaat voor de PTT
Gen. Maj. ir. J. Hartog	Minister van Defensie voor de Koninklijke luchtmacht (Klu)
KTZT ir. D. Sierp	Minister van Defensie voor de Koninklijke marine (KM)
Ir. J.J. Kooijman	Minister van Economische Zaken
Dr. P.A.J. Tindemans	Minister van Onderwijs en Wetenschappen
Ir. M. van der Veen	N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker
Ir. K.H. Ledeboer	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V. (KLM)
Prof. ir. H. Wittenberg	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart (KNVvL)
Dr. P.B.R. de Geus	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)
Drs. G.M.V. van Aardenne	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR)
E.J. Gerritsen, Gen.Maj. Klu b.d.	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartgeneeskundig Centrum (NLRGC)
Jhr. mr. J.W.E. Storm van 's Gravesande	Bestuur Stichting NLR

Directie van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium*

Dr.ir. B.M. Spee	algemeen directeur
Prof. ir. F.J. Abbink	adjunct-directeur
J.A. Verberne, R.A.	controller

Inhoudsopgave

1	Algemene beschouwingen	7
	1.1 Bestuur van de Stichting	7
	1.2 Activiteiten van de Stichting	10
	1.3 Financiële aangelegenheden van de Stichting	13
	1.4 Achtergronden van het beleid: Samenwerking bij pre-competitief onderzoek	14
2	Organisatie en personeel van het laboratorium	19
3	Overzicht van het onderzoek	23
	3.1 Stromingen	23
	3.2 Vliegtuigen	31
	3.3 Constructies en Materialen	39
	3.4 Ruimtevaart	43
	3.5 Toegepaste informatica	49
4	Technische outillage	57
	4.1 Technische outillage voor stromingsonderzoek	57
	4.2 Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek	60
	4.3 Technische outillage op het gebied van constructies en materialen	62
	4.4 Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	63
	4.5 Technische outillage voor toegepaste informatica	64
	4.6 Technische outillage voor mechanische techniek	65
5	Capita Selecta	66
	5.1 Simulatie en voorspelling van vermoeiingsscheurgroei	66
	5.2 Numerieke stromingssimulatie: methoden, technieken en hulpmiddelen	70
	5.3 Computergesteund ontwerpen en fabriceren van windtunnelmodellen	75
6	Bibliotheek en documentatie	81
7	Externe en interne betrekkingen	83
8	Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR	87
9	Internationale samenwerking	91
	9.1 Internationale samenwerking in AGARD-verband	91
	9.2 Internationale samenwerking in DNW-verband	95
	9.3 Internationale samenwerking in ETW-verband	97
	9.4 Internationale samenwerking in GARTEUR-verband	99
	9.5 Samenwerking met Indonesië in het kader van project TTA-79, Fase 2 (ISARD)	102
	Bijlagen	
	1 Publikaties	105
	2 Bijdragen aan congressen en cursussen	111
	3 Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	117

1.1 Bestuur van de Stichting.

Vergaderingen

Het NLR-Bestuur vergaderde op 19 januari, 19 april, 5 juli, 19 september en 20 december. De voorzitter van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en de Directie woonden de vergaderingen bij. De vergaderingen vonden plaats in de NLR-vestiging Amsterdam, behalve de juli-vergadering, die werd gehouden in de NLR-vestiging Noordoostpolder. Na afloop van die vergadering vond de jaarlijkse lunch met de leden van de Ondernemingsraad van het NLR plaats.

Samenstelling

Per 1 juli 1990 werd drs. G.M.V. van Aardenne door het Bestuur van het NIVR benoemd tot lid van het NLR-Bestuur als opvolger van de heer M.G. Geschiere, Lt.Gen.KLu b.d.

Het Bestuur is de heer Geschiere grote dank verschuldigd voor de wijze, waarop hij zich sinds 1981 voor het NLR heeft ingezet.

Omdat het benoemingsrecht van de Minister van Financiën op diens verzoek per 18 januari 1990 is vervallen, moest het Bestuur ook afscheid nemen van drs. B.R. Barten. De heer Barten was sinds 1983 lid van het Bestuur. Ook hem wil het Bestuur langs deze weg nogmaals dank zeggen voor zijn bijdragen aan het bestuursbeleid in de afgelopen jaren.

In 1990 werden de bestuursleden Gen.maj.ir. J. Hartog, ir. J.J. Kooijman en ir. M. van der Veen herbenoemd.

Bestuursoverleg

In 1990 werd het nieuwe Strategieplan van het NLR afgerond. In het Bestuur werd veel aandacht besteed aan de formulering van de hoofdlijnen van dit plan. Uitgangspunt voor het beleid in de komende jaren is, dat het NLR het onderzoek blijft concentreren op die onderwerpen binnen de lucht- en ruimtevaart, die van belang zijn voor de Nederlandse overheid, de industrie en de gebruikers.

In het Bestuur werd voorts veel aandacht geschonken aan de Europese samenwerking in de lucht- en ruimtevaart. Deze samenwerking heeft deels betrekking op de infrastructuur. De Stichting neemt voor 50% deel in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) en voor 7% in de Europese Transsone Windtunnel (ETW). Op 15 mei werd voor de bouw van die faciliteit de eerste steen gelegd.

Het NLR is er alert op, dat de opdrachten aan het Nederlandse bedrijfsleven bij de bouw van de ETW in relatie staan tot het Nederlandse aandeel.

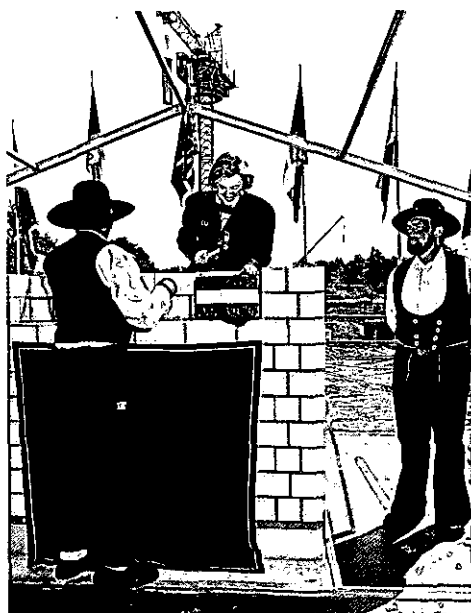
Technologie-ontwikkeling op Europese schaal geschiedt deels in het kader van de samenwerking binnen GARTEUR (Group for Aeronautical Research and Technology in Europe), deels in het kader van opdrachten van de EG (Europese Gemeenschappen), van de IEPG (Independent European Programme Group) en van Eurocontrol.

De GARTEUR-organisatie is gebaseerd op een overeenkomst tussen de overheden van Frankrijk, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Nederland. In 1990 is – onder voorzitterschap van Nederland – de weg geopend naar de uitbreiding van GARTEUR met andere Europese “luchtvaartlanden”. Zweden, Italië en Spanje zijn uitgenodigd deel te nemen in GARTEUR.

Voorts bestond de wens tot een intensiever onderling contact tussen de researchinstellingen in de GARTEUR-landen. Aan het Nederlandse voorstel voor een verdergaande samenwerking kon gevolg worden gegeven door aanpassing van de organisatiestructuur van GARTEUR.

Met het vanuit de EG geïnitieerde “Aeronautics” programma binnen het BRITE/EURAM-programma werd in 1990 begonnen. Het NLR-aandeel in het pro-

De minister van Verkeer en Waterstaat, mevrouw J.R.H. Maij-Weggen legt de eerste Nederlandse steen bij de Europese Transsone Windtunnel te Porz-Wahn nabij Keulen; twee meester-metselaars in traditioneel kostuum staan gereed om assistentie te verlenen.



gramma heeft een aanzienlijke omvang. Dit ondanks het feit, dat de financieringsregels van de EG niet zijn afgestemd op de praktijk van de onderzoekinstellingen die in dit programma participeren.

Het NLR heeft een permanente vertegenwoordiger in Brussel, die mede de belangen behartigt van de andere Europese onderzoeksinstituten op het gebied van de lucht- en ruimtevaart.

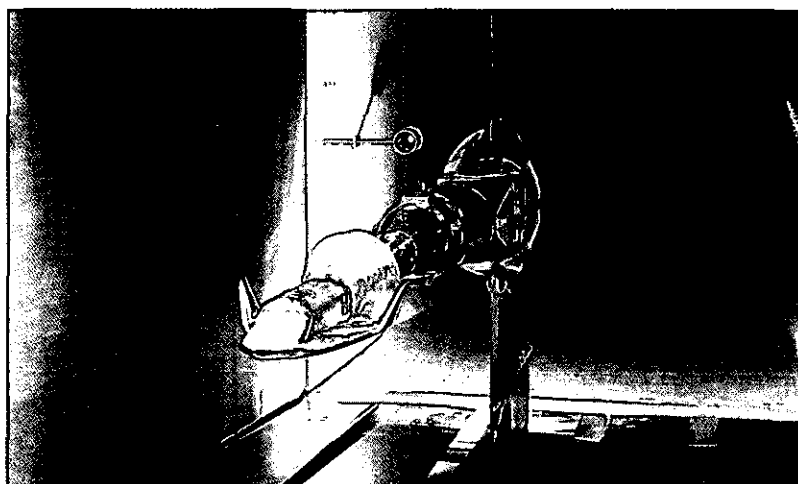
In het afgelopen jaar ontving het NLR tevens een aantal opdrachten op het gebied van de defensietechnologie, die veelal medewerking aan programma's van de IEFG inhouden.

Wil het laboratorium op adequate wijze kunnen blijven inspelen op de behoeften van de nationale belanghebbenden en als gewaardeerde partner in internationale samenwerkingsverbanden een rol kunnen blijven spelen, dan is het van groot belang, dat het laboratorium voldoende mogelijkheden krijgt om nieuwe kennis op te bouwen, en dat het over moderne faciliteiten beschikt. Aan het uit 1989 daterende verzoek van het Bestuur aan de Minister van Verkeer en Waterstaat tot structurele verhoging van het budget voor eigen onderzoek werd nog geen gevolg gegeven. Het Bestuur was echter zeer verheugd met de verhoging van het NIVR-budget voor NLR-opdrachten in het kader van het Algemeen Research Programma (ARP).

Het verzoek tot structurele verhoging van het investeringssubsidie werd door de overheid in 1990 niet gehonoreerd. Daardoor blijven de investeringsmogelijkheden beperkt en dient de aanschaffing van nieuwe onderzoeksapparatuur en de modernisering van grote installaties steeds meer gefaseerd te worden uitgevoerd, hetgeen vertraging bij de inzet ervan, en extra kosten met zich meebrengt.

Door een wijziging van de procedures terzake van de begrotingsvoorbereiding van de overheid, dienden de begrotingsstukken voor 1991 eerder dan gebruikelijk in het Bestuur te worden behandeld. Het Bestuur heeft in 1990 daardoor zowel de begrotingen, het investeringsplan en het capaciteitsplan voor 1990 als die voor 1991 behandeld. Voorts werden de jaarstukken over 1989 vastgesteld. Daarnaast werden in het Bestuur een aantal bedrijfsmatige zaken behandeld, zoals de tariefaanpassing bij het NLR en de DNW, de door de IJsselmij opgelegde spertijden voor de DNW, een aantal grote investeringsprojecten e.d. Onder de grote investeringsprojecten zijn begrepen de aanschaffing van een volgende generatie supercomputer (de NEC SX-3) en de aanbesteding van de eerste fase van de modernisering van de Hoge Snelheids Windtunnel (HST) van het NLR.

Model van de Europese ruimtetendeel Hermès in de hoge-snelheids-windtunnel HST.



Door de groei van het opdrachtenpakket en met name van de opdrachten uit het buitenland, nam de behoefte aan liquide middelen ter financiering van de vlottende activa in de afgelopen jaren sterk toe. Intensief overleg met het Ministerie van Verkeer en Waterstaat leidde ertoe, dat in 1989 en in 1990 additionele middelen van in totaal f 6 miljoen beschikbaar werden gesteld, teneinde de reserves van het NLR te verhogen. Hiermede kan de Stichting voorlopig in de permanente behoefte aan werkkapitaal voorzien. Het kredietarrangement met een bank ter voorziening in de kortstondige liquiditeitsbehoeften werd gecontinueerd.

Het samenwerkingsproject met Indonesië (TTA-79) werd voortgezet. Van de overheid werd toestemming ontvangen dit project met een jaar te verlengen. Er wordt naar mogelijkheden gezocht om ook na 1991 de ondersteuning van Indonesië op het gebied van de lucht- en ruimtevaart te continueren. Teneinde aan Nederlandse zijde een goede afstemming van belangen en activiteiten in Indonesië te verkrijgen, is op initiatief van het NLR een overleggroep geformeerd waarin naast het NLR ook Fokker, de Technische Universiteit Delft en de Hogeschool Haarlem participeren.

De nationale samenwerking en afstemming op lucht- en ruimtevaartgebied heeft in 1990 verder gestalte gekregen. Het NLR is thans lid van de Netherlands Aerospace Group (NAG), de Netherlands Industrial Space Organization (NISO) en de Stichting Nederlandse Industriële Inschakeling Defensieopdrachten (NIID), en is betrokken bij het Netherlands Industrial Helicopter Platform (NIHP), het Netherlands Industrial F-16 Platform (NIFP) en het Netherlands Industrial Simulator Platform (NISP).

Voorts werden de contacten met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart-geneeskundig Centrum (NLRGC) en met de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) verstevigd.

Het personeelsbeleid vormde een belangrijk facet van het bestuursbeleid. Dit betrof onder andere de omvang van het groeiende personeelsbestand en de mogelijkheden om jonge, begaafde onderzoekers aan te trekken. In dat verband is vermeldenswaard, dat bij het NLR een aantal Assistenten In Opleiding (AIO's) werkzaam zijn.

In de afgelopen jaren was met het Pensioenfondsbestuur een verschil van mening ontstaan inzake de uitleg van de overeenkomst tussen het NLR en de Stichting Pensioenfonds NLR. In goed overleg werd besloten via arbitrage een uitspraak te vragen. De arbiters hebben de werkgever in het gelijk gesteld. Het overleg met het Pensioenfondsbestuur is inmiddels hervat.

Samenwerking

Het Bestuur wil de grote opdrachtgevers, de Centrale Accountantsdienst, de leden van de Wetenschappelijke Commissie en de Subcommissies alsmede de NLR-computercommissie (bestaande uit prof.dr.ir. A.J.W. Duijvestein en drs. R.J. Kuiper) dank zeggen voor de goede samenwerking. De Wetenschappelijke Commissie blijft van zeer grote waarde voor het Bestuur in verband met het onafhankelijke oordeel dat gegeven wordt over het Werkplan en de wetenschappelijke publikaties van het NLR. In hoofdstuk 8 wordt nader ingegaan op de werkzaamheden van de Wetenschappelijke Commissie.

Bestuursbureau

Het Bestuur werd bijgestaan door het Bestuursbureau. Bij dit bureau zijn de secretaris-penningmeester, drs. A. de Graaff, alsmede de stafmedewerkers, de heren N. van Dam, J.P. Klok, ir. L. Sombroek en mevrouw J.J.P. van den Berg, werkzaam.

De heer Klok vervult tevens de functie van Nationaal Coördinator voor het project TTA-79 (ondersteuning Indonesië). Ir. Sombroek vervult de functie van Nationaal Coördinator voor de AGARD.

Bestuur Stichting NLR

RLD	PTT	KLu	KM	EZ	O&W
benoemd door Min. van V&W	benoemd door Min. van V&W	benoemd door Min. van DEF	benoemd door Min. van DEF	benoemd door Min. van EZ	benoemd door Min. van O&W

Voorzitter

benoemd door
Min. van V&W
Min. van DEF
Min. van EZ
Min. van O&W

Fokker	KLM	KNVvL	TNO	NIVR	NLRGC	—
benoemd door RvB Fokker	benoemd door Directie KLM	benoemd door Bestuur KNVvL	benoemd door RvB TNO	benoemd door Bestuur NIVR	benoemd door Bestuur NLRGC	benoemd door Bestuur NLR
Adviescollege Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR			Bestuursbureau			
Adjunct-directeur			Algemeen directeur			Controller

Organisatieschema NLR-bestuur.

1.2 Activiteiten van de stichting

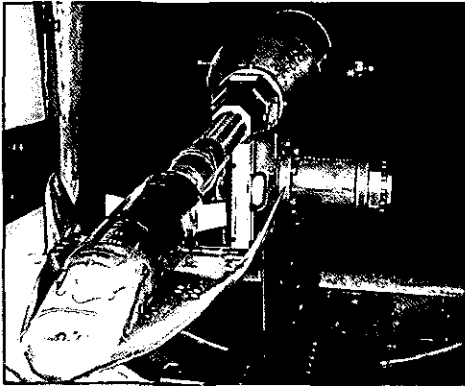
Inleiding

De groei van het civiele luchtverkeer ondervond in de tweede helft van 1990 negatieve effecten van de hogere brandstofprijzen als gevolg van de ontwikkelingen in het Midden-Oosten.

De ontwikkeling van de economie, alsmede die van de brandstofprijzen, zal in hoge mate bepalend zijn voor het herstel van de vraag naar luchttransport en daarmee ook voor de afzet van nieuwe vliegtuigen.

Daarbij komt, dat een lage koers van de VS-dollar voor de concurrentiepositie van de Europese vliegtuigfabrikanten zeer nadelig was, aangezien vliegtuigprijzen op de wereldmarkt in VS-dollars worden gequoteerd.

Bij het onderzoek voor en de ontwikkeling van nieuwe vliegtuigen zal, mede op grond van het voorgaande, onverminderd de nadruk moeten blijven liggen op efficiency-verbetering en vooral op vermindering van het brandstofverbruik. Betere



Model van de Europese ruimtetendeel Hermès in de supersonische windtunnel SST.

aërodynamische vormgeving, zuiniger motoren, een geringer gewicht door toepassing van lichtere constructies en materialen, toepassing van nieuwe besturingsystemen en geavanceerde avionica, en verdere optimalisatie van de luchtverkeersleidingssystemen moeten ertoe bijdragen, die efficiencyverbetering te realiseren. Voorts zullen goedkopere produktiemethoden en reductie van de onderhoudskosten van het vliegtuig en zijn systemen een bijdrage leveren aan de efficiencyverbetering.

De oplossing van het probleem van de congestie van het luchtverkeer in de luchtroutes en op de luchthavens zal meer onderzoek vergen dan in het verleden. Ook hier dient gestreefd te worden naar een aanzienlijke efficiencyverbetering. Daarnaast zullen de milieu-aspecten van de luchtvaart de nodige aandacht vragen. Vermindering van extern geluid door stillere motoren en betere geluiddemping in de motorgondel, alsmede reductie van de uitstoot van schadelijke stoffen ten gevolge van het verbrandingsproces vormen onderwerpen voor verdergaande intensieve studie.

Het NLR zal – ook in de komende jaren – een belangrijke bijdrage leveren voor de ruimtelijke ordening en milieu-wetgeving door de overheid. Bij de discussies, onder meer aan de hand van Milieu Effect Rapportages, over plannen voor de luchthaven-infrastructuur, woningisolatie vanwege het geluid, aan- en uitvliegroutes etc. blijkt de inbreng van het NLR van groot belang.

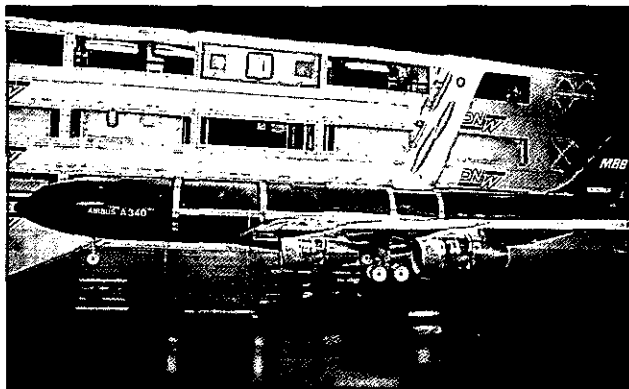
De ontwikkelingen in de verhouding tussen Oost en West hebben een grote invloed op de toekomstige Europese verhoudingen, ook in de lucht- en ruimtevaart. Door de ontspanning ontstaan mogelijkheden voor samenwerking met Oost-Europese landen en met de Sovjet-Unie. De verhoudingen binnen West-Europa zullen als gevolg van de Duitse hereniging veranderen. De Nederlandse lucht- en ruimtevaart zal in de komende jaren keuzen moeten maken, die in hoge mate bepalend kunnen zijn voor de structuur in de toekomst. Daarbij is het van groot belang, dat de positie van Nederland in dat toekomstige krachtenveld versterkt wordt door een krachtige technologische uitgangspositie.

Het is mede in dat opzicht verheugend, dat het Ministerie van Economische Zaken in 1990 het NIVR in staat heeft gesteld, het Algemene Research Programma te intensiveren en het Vliegtuig Technologie Programma te hervatten. Het NLR gaat ervan uit, dat ook de technologiesubsidies van de overheid voor het NLR-onderzoek en de NLR-faciliteiten verhoogd zullen worden, opdat – dankzij dit flankerende beleid – de sterke positie in Europa behouden kan blijven.

In 1990 werden belangrijke resultaten geboekt op het gebied van de wapenreductie in Centraal Europa. De recente ontwikkelingen in het Golf-gebied hebben echter geïllustreerd dat de kwaliteit van militaire vliegtuigen, vliegprocedures, onderhoud en communicatiemiddelen nog steeds van zeer groot belang is. Voorts neemt de behoefte aan mobiliteit, flexibiliteit en interoperabiliteit van de luchtstrijdkrachten toe. Het NLR zal in de komende jaren in dat opzicht voor de Nederlandse krijgsmacht een belangrijke rol spelen. Daarbij wordt veelal in internationaal verband gewerkt, zoals bij het "Mid-life Update"-programma voor de F-16, de ontwikkeling van de NH90-helikopter en bij de introductie en verfijning van geautomatiseerde missie-planningssystemen.

Binnenlandse opdrachten

De opdrachten van binnenlandse opdrachtgevers bedroegen in totaal f 57 miljoen. De opdrachten van het NIVR bedroegen f 11 miljoen en hadden betrekking op het Algemene Research Programma, het Ruimte technologie Programma, het Vliegtuig Technologie Programma en op werkzaamheden in het kader van het Fokker 100-programma. De opdrachten van de Koninklijke luchtmacht en de



Airbus A340-model, schaal 1:10,6, met drie TPS-motoren en motorgondels met straalomkeerders, in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW).

Rijksluchtvaartdienst hadden een omvang van respectievelijk f 11 miljoen en f 7 miljoen.

Voorts werden voor in totaal f 12 miljoen opdrachten ontvangen van Fokker, onder andere samenhangend met de vliegproeven met de Fokker 50 en de Fokker 100 en met ruimtevaart-onderzoek.

De overige binnenlandse opdrachten ad f 16 miljoen betroffen onder meer opdrachten van het Ministerie van Defensie voor technologie-ontwikkeling, welke deels in het kader van de Independent European Programme Group (IEPG) worden uitgevoerd, en voorts opdrachten van Rijkswaterstaat, het Ministerie van Binnenlandse Zaken en assistentie aan de Duits-Nederlandse Windtunnel. Daarnaast ontving het laboratorium vele opdrachten van geringere omvang van het Midden- en Kleinbedrijf, waaronder toeleveringsindustrieën voor de lucht- en ruimtevaart.

Buitenlandse opdrachten

De buitenlandse opdrachten lagen op hetzelfde niveau als in 1989, namelijk ca. f 19 miljoen. Deze opdrachten hadden onder meer betrekking op de ontwikkelingsprojecten (Ariane, Hermes) van de European Space Organization (ESA), ATC-onderzoek voor Eurocontrol en werkzaamheden voor het BRITE/EURAM-programma van de EG. Voorts werd een groot aantal opdrachten ontvangen van buitenlandse vliegtuigfabrieken. Niet onvermeld mag blijven, dat het NLR succesvol is bij de verkoop van het FANOMOS-systeem voor het traceren en registreren van vliegtuigbewegingen in de nabijheid van vliegvelden.

Eigen werkzaamheden

De werkzaamheden in eigen beheer hadden een omvang van f 32,7 miljoen, waarvan f 16 miljoen voor het eigen speurwerk, f 15,6 miljoen voor de ontwikkeling van de eigen apparatuur en f 1,1 miljoen voor diensten aan derden werd besteed.

Investeringen

In 1990 werd voor een bedrag van f 21,1 miljoen aan investeringsverplichtingen aangegaan. Een belangrijk deel van de werkzaamheden voor de eerste fase van de modificatie van de Hoge Snelheids Windtunnel (HST) werd aanbesteed. Besloten werd de NEC SX-2 supercomputer te vervangen door een krachtiger NEC SX-3 supercomputer. Deze computer zal in 1991 worden afgeleverd. Voorts werd besloten de Centrale Computer te vervangen door een CDC Cyber 962 computer. Het persluchtsysteem van de HST voor de aandrijving van modelmotoren wordt gefaseerd verbeterd.

Het computersysteem voor de verwerking van meetgegevens van de HST en de SST werd uitgebreid, en er werd een digitaal interface-systeem voor de Vluchtnabootser aangeschaft.

Het NLR-verwerkingssysteem voor remote-sensing gegevens, het RESEDA-systeem, werd vernieuwd. Tenslotte werd een aantal kleinere investeringen gerealiseerd.

Personeelszaken

Het aantal personeelsleden van het laboratorium nam in het verslagjaar toe met 25 tot 785. Voorts was een aantal tijdelijke medewerkers en uitzendkrachten werkzaam bij het NLR.

In navolging van de overheid werd in 1990 een algemene loonronde van 2,6% toegekend.

Omdat de financieringsmethode van de pensioenen bij het NLR afwijkt van die bij de overheid, ontstonden ook dit jaar discussies met de overheid over de toekenning van looncompensatie voor het subsidie in verband met de zogenaamde WAGGS-methodiek (Wet Arbeidsvoorwaardenontwikkeling Gepremieerde en

Gesubsidieerde Sector). De hoop bestaat, dat in 1991 hierover met de overheid een definitief akkoord kan worden bereikt.

Nationale samenwerking

Aan de samenwerking met instituten en instanties binnen Nederland werd wederom veel aandacht besteed. De samenwerking met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft (TUD) werd geïntensiveerd. Niet alleen stelde het NLR een aantal AIO's (Assistenten in Opleiding) in de gelegenheid bij het NLR werkzaam te zijn en vervulden een aantal medewerkers van het NLR een functie als deeltijd-hoogleraar aan die Universiteit, ook werden de onderzoeksprogramma's nader op elkaar afgestemd en werd definitief besloten over te gaan tot de aanschaffing van een gezamenlijk laboratoriumvliegtuig. In verband daarmee werd tevens besloten dat de technische onderhoudsdiensten van het vliegbedrijf van de TUD en het NLR zullen worden samengevoegd.

Vooruitzichten

Hoewel het huidige tijdsgewricht gekenmerkt wordt door grote onrust, zowel in politiek, industrieel en militair opzicht als op de gebieden energieprijzen, valutamarkten e.d. zijn de vooruitzichten voor de lucht- en ruimtevaart op langere termijn zeer gunstig. Nederland heeft bewezen, in die sector mondiaal een eigen plaats te kunnen innemen. Daarvoor is het essentieel, dat de nationale activiteiten op het gebied van lucht- en ruimtevaart worden ondersteund door een technisch-wetenschappelijke infrastructuur van hoog niveau. Het NLR is – als centraal instituut voor lucht- en ruimtevaarttechnologie in Nederland – er tot op heden in geslaagd, die hoogwaardige ondersteuning te leveren. Voor het continueren van deze taak is het nodig voldoende eigen – vernieuwend – onderzoek te kunnen doen en over adequate apparatuur te beschikken.

Voorts legt dit de basis voor samenwerking met andere instituten in Europa. Daarvoor is continuering van de overheidssteun in deze "high tech"-sector onontbeerlijk. Omdat het Bestuur ervan uitgaat, dat de overheid deze medeverantwoordelijkheid zal blijven dragen, wordt de toekomst van het NLR met vertrouwen tegemoet gezien.

1.3

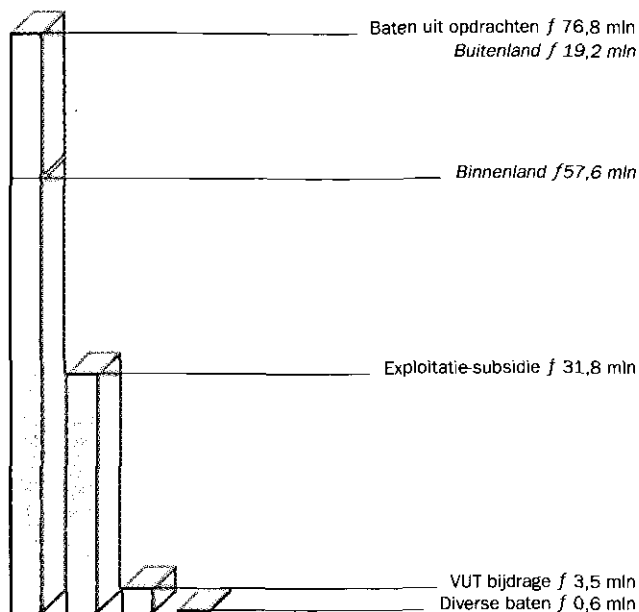
Financiële aangelegenheden van de Stichting

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1990, wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 19 januari 1990 heeft het Bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1990 vastgesteld. Voorts werden in die vergadering de begrotingen voor 1991 en het meerjareninvesteringsplan behandeld.

In de vergadering van 5 juli 1990 stelde het Bestuur de financiële jaarstukken over 1989 vast.

De omzet in 1990 bedroeg f 112,7 miljoen, waarvan de verdeling in figuur 1 is weergegeven.



Inkomsten in 1990

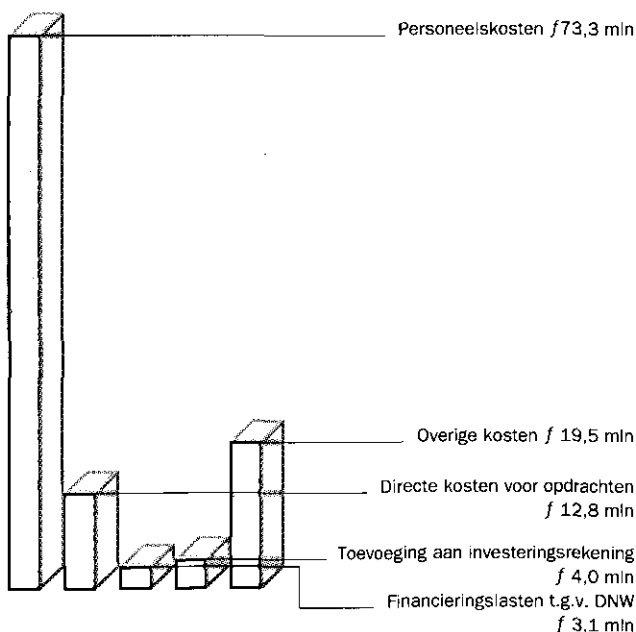
De kosten van de in eigen beheer uitgevoerde werkzaamheden die worden gefinancierd uit het exploitatiesubsidie kunnen als volgt worden gespecificeerd:

– speurwerk	f 16,0 miljoen
– onderzoek en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 15,6 miljoen
– wetenschappelijke diensten aan derden	f 1,1 miljoen
	f 32,7 miljoen

In 1990 werden voor een bedrag van f 21,1 miljoen investeringsverplichtingen aangegaan. Ultimo 1990 stond voor f 22,4 miljoen aan verplichtingen uit. In 1990 werd op investeringsverplichtingen uit 1990 en voorgaande jaren een bedrag van f 15,5 miljoen betaald. De aan opdrachtgevers doorberekende rente en afschrijving bedroeg f 4,0 miljoen.

1.4

Achtergronden van het beleid: Samenwerking bij pre-competitief onderzoek.



Uitgaven in 1990

In het totale proces van onderzoek en ontwikkeling wordt tegenwoordig onderscheid gemaakt tussen pre-competitief en competitief onderzoek. Het onderscheid wordt gemaakt om aan te geven of het onderzoek al dan niet gerelateerd is aan de directe toepassing van onderzoeksresultaten voor nieuwe producten of processen. Het competitieve onderzoek wordt veelal verricht in opdracht van toekomstige gebruikers. De resultaten ervan zijn dan ook veelal te beschouwen als "company secrets".

Het zal duidelijk zijn dat (internationale) samenwerking tussen onderzoeksinstituten zich concentreert op pre-competitief onderzoek, zolang de gebruikers van de onderzoeksresultaten (industrie, overheden, luchtvaartmaatschappijen, luchtmachten) niet projectmatig of op een meer structurele wijze internationaal samenwerken met anderen.

Met de samenwerking tussen laboratoria wordt beoogd een synergie-effect te bereiken, waardoor de schaarse middelen voor onderzoek voor de Nederlandse lucht- en ruimtevaart effectiever kunnen worden besteed.

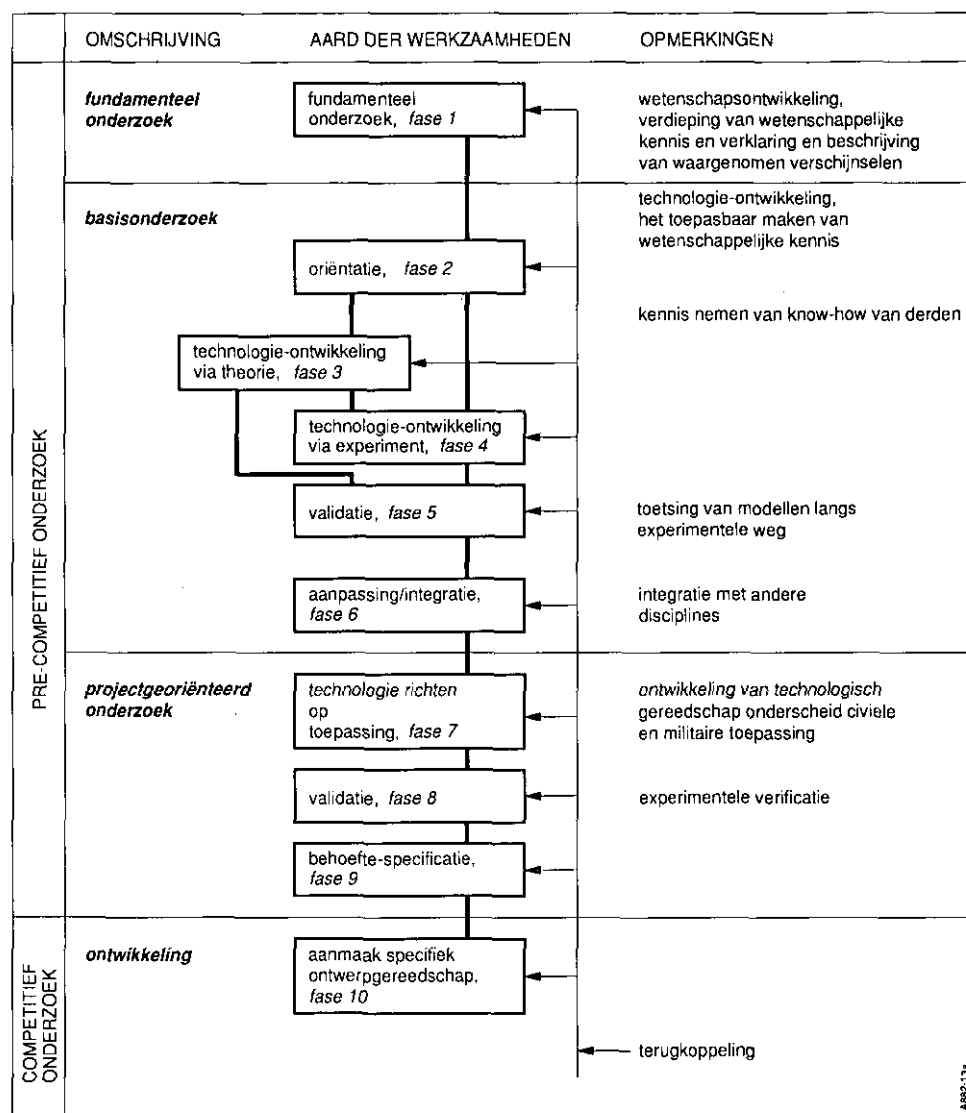
De laatste jaren is de samenwerking tussen onderzoeksinstituten bij het pre-competitieve onderzoek sterk toegenomen. In eerste instantie betrof het voornamelijk door de onderzoeksinstituten geïnitieerde vormen van samenwerking zoals binnen GARTEUR (Group for Aeronautical Research and Technology in Europe). Deze "bottom up"-benadering is thans aangevuld met "top down"-initiatieven, onder meer door de EG (met het BRITE/EURAM-programma), de IEPG (Independent European Programme Group), Eurocontrol en ESA.

Gezien deze Europese "top down"-benadering wordt wel eens de vraag gesteld, of nationaal –flankerend– onderzoek nog noodzakelijk is, en of al het pre-competitieve onderzoek niet in enige vorm van internationale samenwerking kan plaatsvinden. Daarbij wordt dan verwezen naar het eigen speurwerk dat het NLR verricht. Het budget voor het eigen speurwerk bedraagt ca. f 16 miljoen per jaar, en wordt gefinancierd met een technologiesubsidie van de overheid.

Voor een goed begrip van de interrelaties tussen het eigen speurwerk van het NLR, opdrachten met een speurwerkarakter van de nationale opdrachtgevers en speurwerk uitgevoerd in internationale samenwerking, dient allereerst een analy-

se te worden gemaakt van de fasen die bij pre-competitief onderzoek doorlopen worden.

Globaal kan onderscheid worden gemaakt tussen de fasen aangegeven in de onderstaande figuur.



Fasen in het pre-competitief en competitief onderzoek.

Vervolgens kan worden geanalyseerd, op welke fasen binnen het pre-competitief onderzoek de werkzaamheden verricht in eigen beheer, in opdracht en in het kader van internationale samenwerkingsverbanden betrekking hebben.

Eigen spoorwerk NLR

Wil het NLR kunnen voldoen aan de toekomstige behoeften aan nieuwe technologie van de nationale opdrachtgevers, en voorts bij de technologie-ontwikkeling een volwaardige partner zijn in internationale samenwerking, dan zal het een hoogwaardige eigen bijdrage moeten kunnen leveren. Eigen vernieuwende ideeën, bereikt in de fasen 3 en 4, zijn voorwaarde voor een vruchtbare samenwerking. Het eigen spoorwerk van het NLR vindt dan ook plaats in de fasen 2 t/m 6.

Uitwisseling en samenwerking

De werkzaamheden van universiteiten liggen vooral op het gebied van het fundamentele onderzoek (fase 1). Dankzij veelvoudige contacten met de universitaire wereld, literatuurstudies e.d. is het mogelijk kennis te nemen van de resultaten van fundamenteel onderzoek.

Daardoor kan de eigen inspanning van het NLR op het gebied van fundamenteel onderzoek beperkt blijven.

Er bestaan vele soorten overlegstructuren, genootschappen e.d. voor de nationale uitwisseling van nieuwe ideeën (fase 2). Oriëntatie op, en internationale uitwisseling van nieuwe theorieën en denkbeelden geschiedt veelal in daartoe opgerichte fora. De bekendste is de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development binnen de NAVO).

Samenwerking geïnitieerd vanuit de instituten

Verreweg de belangrijkste samenwerking tussen de researchinstituten onderling vindt plaats in het kader van GARTEUR (Group for Aeronautical Research and Technology in Europe). Middels zogenaamde GARTEUR Action Groups wordt samengewerkt in een groot aantal disciplines. In vrijwel alle Action Groups is het NLR vertegenwoordigd. De nadruk bij de werkzaamheden in GARTEUR ligt bij de fasen 5 (validatie) en 6 (aanpassing/integratie). Bij enkele onderwerpen is ook sprake van technologie-ontwikkeling langs experimentele weg (fase 4). De samenwerking is in deze fasen vaak interessant omdat daarbij van kostbare experimentele faciliteiten gebruik moet worden gemaakt.

De GARTEUR-samenwerking is gebaseerd op een zekere taakverdeling binnen technologie-projecten (dus niet op technologie-gebieden!) en op het beschikbaar stellen van de resultaten van het onderzoek aan alle deelnemende partijen.

Nationale onderzoeksopdrachten

De belangrijkste nationale opdrachtgevers voor pre-competitief onderzoek zijn:

- Het NIVR met
het Algemene Research Programma (ARP),
het Ruimtetehnologie Programma (NRT);
- De Koninklijke luchtmacht;
- De Rijksluchtvaartdienst;
- Het Ministerie van Defensie met Technologieprojecten;
- Het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen o.a. met het ISNaS-project (voor stromingssimulatie gebaseerd op de Navier-Stokes-vergelijkingen).

Bij deze opdrachten gaat het vooral om de validatie (fase 5), het aanpassen c.q. integreren van technologische kennis (fase 6) alsmede de fasen 7 en 8 (het richten van de technologie op specifieke toepassingen en de validatie).

Een deel van het GARTEUR-onderzoek bij het NLR is geïncorporeerd in het ARP-programma van het NIVR. De nadruk daarbij ligt op de fasen 5 en 6.

Vele van de Defensie Technologieprojecten vinden plaats in het kader van de IEPG-samenwerking. Daarbij ligt de nadruk op het gezamenlijk uitvoeren van de fasen 7 en 8.

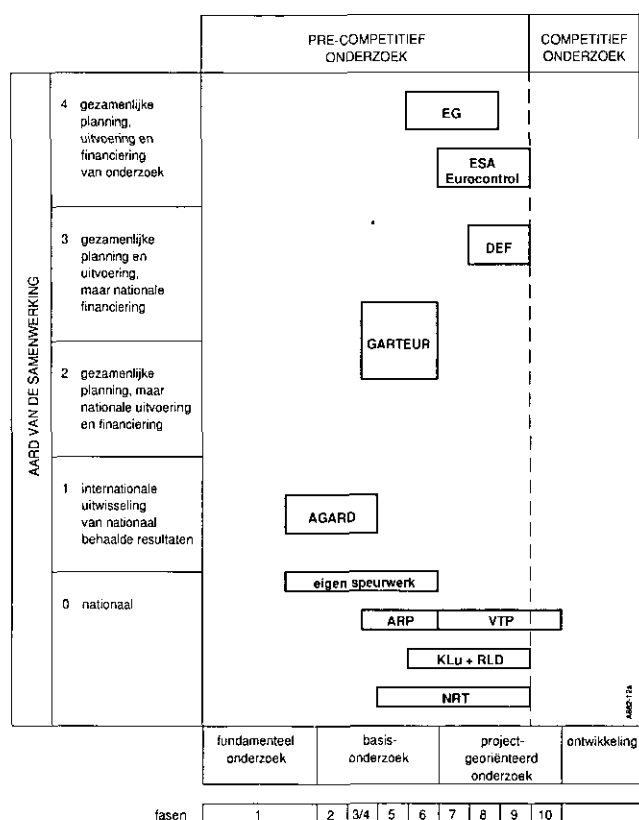
Bij het ISNaS-project, dat gericht is op het uitvoeren van berekeningen gebaseerd op de Navier-Stokes-vergelijkingen, gaat het vooral om fase 6 van het onderzoeksproces. In tegenstelling tot bij andere samenwerkingsprojecten is hier vooraf een duidelijke taakverdeling tussen de samenwerkingspartners afgesproken en is het programma opgedeeld in een aantal – door de deelnemende instituten – afzonderlijk te ontwikkelen modules. Het NLR coördineert het totale ISNaS-project en draagt zorg voor de samenbouw van de modules.

Internationale onderzoeksopdrachten

Bij internationale onderzoeksopdrachten is onder meer sprake van opdrachten aan het NLR van EG, ESA en Eurocontrol en in het kader van de EG-technologie-programma's (met name het BRITE/EURAM-programma). Het betreft hier vooral projectgeoriënteerd onderzoek, waarbij de aanmaak van "technologisch gereedschap" centraal staat (fasen 7, 8 en 9).

De formule die de EG hanteert is een 50 : 50 financiering, waarbij de EG 50% van de kosten financiert en de nationale partners de rest. Derhalve wordt ca. 50% van de NLR-bijdragen aan dit programma uit het budget voor eigen speurwerk gefinancierd. De bedoeling van het BRITE/EURAM-programma is een extra stimulans te geven voor het luchtvaartonderzoek in Europa. Bij het BRITE/EURAM-programma ligt de nadruk op de fasen 5, 6, 7 en 8 van het onderzoeksproces. Het NIVR is –samen met het Ministerie van Economische Zaken– betrokken bij de besluitvorming inzake het EG-programma.

Het voorgaande kan –op een zeer schematische wijze– als volgt worden weergegeven.



De fasen in het onderzoek waarop de werkzaamheden in de verschillende samenwerkingsverbanden betrekking hebben.

Coördinatie

Het voorgaande maakt duidelijk dat sprake dient te zijn van een goede afstemming tussen de diverse programma's. Daarbij spelen het NLR en het NIVR een belangrijke rol. Beide waken ervoor, dat er doublures ontstaan. Door de bovengeschetste werkwijze wordt maximaal rendement gehaald uit de in Nederland ter beschikking staande onderzoeksgelden. Voorwaarde voor de participatie van Nederland op deze wijze is, dat voldoende eigen inbreng kan worden gegeven dankzij eigen, nieuw, onderzoek. Daarbij is enerzijds sprake van de noodzaak tot verdieping, anderzijds tot verbreding van het onderzoek. De fondsen die in Nederland ter beschikking staan voor dit "flankerend" onderzoek zijn echter onvoldoende om maximaal profijt te blijven trekken van de samenwerking in het pre-competitieve onderzoek. Vandaar dat het NLR de overheid heeft gevraagd het budget voor eigen speurwerk structureel te vergroten.

Adjunct-directeur (DA)
Prof. Ir. F.J. Abbink

Algemeen directeur (D)
Dr. Ir. B.M. Spee

Controller (DC)
J.A. Verberne r.a.

Algemeen bedrijfscoördinator (DB) Ir. D.J. van den Hoek

Public relations J.F. van Esch
Publikaties Dr. B.J. Meijer
Coörd. Proj. Defensie Ir. R.B.A. Wasch
Coörd. Proj. Europese Gemeenschap Ing. F.J. Sterk
Coörd. Proj. Vliegtuigontwikkeling Ir. P.A. van Gelder
Coörd. Proj. Ruimtevaart Ir. R.C. Cadée
Coörd. Proj. Vliegtuiggebruik &
Coörd. Eigen Werk NLR Ing. P. Kluit

Directiesecretaris (DJ)
Mr. E. Folkers

- Archief (DO)
- Beveiliging

Personeelszaken (DZ)
Drs. H. de Heer

Bedr. maatsch. werkster (DM)
Mw. M.Th.F.J. Simons

Organisatieschema van het labora-
torium



Technische Diensten (T)
Ir. G. Brink

Hoofdafdeling Stromingen (A)
Prof. Ir. J.W. Slooff

Hoofdafdeling Vliegtuigen (V)
Ir. J.T.M. van Doorn

**Hoofdafdeling Constructies &
Materialen (S)**
Dr. Ir. G. Bartelds

Hoofdafdeling Ruimtevaart (R)
Ir. C.A. Schmeitink

Hoofdafdeling Informatica (I)
Ir. W. Loeve

Algemene Diensten (G)
Ir. W.F. Wessels

Administratieve Diensten (O)
J.A. Verberne r.a.

Technische projecten (TP)
Ir. C.C. Groothoff

**Installaties voor exp.
stromingsonderzoek (AF)**
Ir. F. Jaarsma
Ir. H.A. Dambrink

Ontwerpfabdeling (TO)
A. van den Berg

**Experimenteel
stromingsonderzoek (AX)**
Ir. A. Elsenaar

Werkplaatsen (TW)
Ir. H.T.J.A. Lafleur

Theoretische aërodynamica (AT)
Dr. B. Oskam

**Instationaire aërodynamica &
aëro-elasticiteit (AE)**
Prof. Ir. R.J. Zwaan

**Voortstuwingsaërodynamica &
aëroakoestiek (AV)**
Ir. W.B. de Wolf

**Vliegproeven en
helikopters (VV)**
Ir. H. Tellegen

**Luchtverkeersleiding en
avionica (VG)**
Ir. H.J. Berghuis van Woortman

**Vliegeigenschappen en
vluchtsimulatie (VS)**
Ir. W.P. de Boer

Operationele research (VO)
Ir. G.J. Alders

Vliegtuiginstrumentatie (VA)
Ir. R. Krijn

Belastingen (SB)
Ir. J.B. de Jonge

Constructies (SC)
Ir. H.H. Ottens

Materialen (SM)
Dr. R.J.H. Wanhill

S-laboratoria (SL)
Dr. Ir. G. Bartelds

Remote sensing (RR)
Dr. A.W.B. Kalshoven

Systemen (RS)
Dr. Ir. H.F.A. Roefs

**Laboratoria en them. vac.
ond. (RL)**
Ir. C.A. Schmeitink

Elektronica (IE)
Ir. H.A.T. Timmers

**Wiskundige modellen en
methoden (IW)**
Dr. R.J.P. Groothuizen

**Numerieke wiskunde en
applic. programmering (IN)**
Ir. F.J. Heerema

**Rekencentrum en
systeemprogrammering (IR)**
Ir. U. Posthuma de Boer

Bouwkundige zaken (GC)
Ing. H. van der Roest

Centrale (GE)
Ing. J. van der Spek

Sterkstroom (GS)
A.M.G. Reijntjens

Huishoudelijke zaken (GZ)
G. Lipsius

Bewaking (GX)
G.M. Zwierink

**Bibliotheek en
dokumentatie (GB)**
Ir. W.F. Wessels

Tekstverwerking (GT)
Ing. D.J. Rozema

Administratie (OA)
Drs. B.P.E. Haack

Magazijn en expeditie (OM)
R. Raterink

Inkoop (OI)
J.F. Post

Organisatie

De dagelijkse leiding van het laboratorium werd gevoerd door de Directie, bestaande uit:

Dr. ir. B.M. Spee	algemeen directeur
Prof.ir. F.J. Abbink	adjunct-directeur
J.A. Verberne r.a.	controller

Met de leiding van de hoofdafdelingen en dienstengroepen waren aan het einde van het verslagjaar belast:

Prof.ir. J.W. Slooff	leider hoofdafdeling Stromingen
Ir. J.T.M. van Doorn	leider hoofdafdeling Vliegtuigen
Dr. ir. G. Bartelds	leider hoofdafdeling Constructies en Materialen
Ir. C.A. Schmeitink	leider hoofdafdeling Ruimtevaart
Ir. W. Loeve	leider hoofdafdeling Informatica
Ir. G. Brink	leider Technische Diensten
Ir. W.F. Wessels	leider Algemene Diensten
J.A. Verberne r.a.	leider Administratieve Diensten
Ir. D.J. van den Hoek	algemeen bedrijfscoördinator

De Directie, de leiders van de hoofdafdelingen en dienstengroepen en de algemeen bedrijfscoördinator vormen gezamenlijk het Management Team. Het secretariaat hiervan wordt gevoerd door mr. E. Folkers (directie-secretaris).

Per 1 juli 1990 is de organisatiestructuur van de hoofdafdeling Stromingen gewijzigd. De afdelingen Incompressibele Aërodynamica (AI), Compressibele Aërodynamica (AC) en Windtunnelinstrumentatie (AW) zijn opgegaan in twee nieuwe afdelingen, te weten:

- de afdeling "Installaties voor Experimenteel Stromingsonderzoek" (AF) waarin het beheer en de verdere ontwikkeling van de grote installaties voor experimenteel stromingsonderzoek zijn ondergebracht, en
- de afdeling "Experimenteel Stromingsonderzoek" (AX) waarin het experimentele onderzoek (zowel eigen speurwerk als opdrachten) is ondergebracht.

De afdeling AF staat onder de tweehoofdige leiding van ir. F. Jaarsma en ir. H.A. Dambrink; de afdeling AX wordt geleid door ir. A. Elsenaar.

Ultimo 1990 was het laboratorium georganiseerd volgens het schema op pag 18.

Pensionering en vervroegde uittreding

In het verslagjaar ging geen van de personeelsleden met pensioen. Zeven personeelsleden maakten gebruik van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT):
ing. Tj. Hoekstra (Vliegproeven en Helikopters), ir. P. van Leest (Stromingen), de heer J. Reijnders (Vliegproeven en Helikopters), de heer J.C. Bijleveld (Werkplaatsen), de heer W.R. Kielstra (Windtunnelinstrumentatie), de heer P.A.A. van Velzen (Inkoop) en de heer R. Waardenburg (Vliegtuiginstrumentatie).

Jubilea

Zeventien personeelsleden vierden hun vijftiengjarige jubileum.

Assistentie wetenschappelijk onderwijs

Gedurende het verslagjaar waren de volgende NLR-medewerkers als deeltijd-hoogleraar verbonden aan de Technische Universiteit Delft: prof.ir. F.J. Abbink, prof.ir. J.W. Slooff, prof.ir. R.J. Zwaan en prof.dr. A.E.P. Veldman (tot 1 maart).

Prof. Veldman werd per 1 maart benoemd tot hoogleraar aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Voorts verzorgde ir. H.J. Berghuis van Woortman aan de Technische Universiteit Delft een aantal gastcolleges op het gebied van de luchtverkeersleiding.

Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers aanvaardde op 1 december 1990 een bijzonder hoogleraarschap aan de Technische Universiteit Eindhoven.

Personeelsbestand

De personeelsformatie per ultimo 1990 wordt weergegeven in de tabel op pag 22, en de spreiding van het personeel over de beide NLR-vestigingen in onderstaande tabel.

Personeelsspreiding over de beide NLR-vestigingen op 31 december 1990
(tussen haakjes de cijfers op 31 december 1989)

Personeelscategorie	Amsterdam		Noordoostpolder		Totaal	
Academici en daarmee gelijkgestelden	172	(157)	107	(103)	279	(260)
Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	132	(133)	126	(118)	258	(251)
Overigen	128	(131)	120	(118)	248	(249)
Totaal	432	(421)	353	(339)	785	(760)

Adviseurs van de directie

Prof.ir. D. Bosman, prof.dr.ir. J. Schijve, prof.dr. G.J. Olsder en prof.dr.ir. J.A. Mulder waren als adviseur van de Directie aan het laboratorium verbonden.

Stichting Pensioenfonds

Het bestuur van de Stichting Pensioenfonds van de Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium onderging geen wijziging. Het was als volgt samengesteld:

Jhr.mr. J.W.E. Storm van 's Gravesande	voorzitter
J.A. Verberne r.a.	vice-voorzitter
Ing. J.H.A. te Boekhorst	secretaris
Ir. L.J.M. Joosten	penningmeester
Ing. A. Nederveen	lid

Ondernemingsraad

Aan het einde van het verslagjaar bestond de Ondernemingsraad uit:
drs. H.W.G. de Jonge (voorzitter), ing. P.J. Sevenhuijsen (vice-voorzitter),
ir. A.L.C. van Dorp (secretaris/penningmeester), mevrouw C. Euwen-van Veen,
mevrouw J.M. de Jongh, de heer H. Keppel, de heer W. Kollen, de heer P. Koster,
de heer J.W. van der Laan, de heer G. van Lunteren, de heer J.H. Nassette,
de heer P.W.H. Peteri en de heer K.A.W. Rietberg.

Personeelsvereniging

Het bestuur van de Personeelsvereniging bestond aan het einde van het jaar uit: ir. J.A.J. van Engelen (voorzitter), mevrouw ing. K.M. van Wijk (secretaris),
mevrouw S.N. Mimoun (penningmeester), de heer L.C.M. Dinkgreve,
de heer A. van Essen en de heer Th. G. Roelofs.

Activiteiten PF, OR en PV

Over de activiteiten van de Stichting Pensioenfonds (PF), de Ondernemingsraad (OR) en Personeelsvereniging (PV) wordt verslag gedaan in het Sociaal Jaarverslag van het NLR.



Gepensioneerde NLR-medewerkers
tijdens de jaarlijkse ontmoetingsdag.

Tabel 1

NLR-Personeelsformatie eind 1990 (tussen haakjes de cijfers van eind 1989)

		Academici en daarmee gelijkgesteld	Hogere technici en daarmee gelijkgesteld	Overigen	Totaal
Directie		3 (3)	- (-)	- (-)	3 (3)
- Directiestaf		10 (11)	8 (7)	1 (2)	19 (20)
		13 (14)	8 (7)	1 (2)	22 (23)
Hoofdafdeling Stroomingen		3 (3)	1 (1)	3 (3)	7 (7)
- Installaties voor experimenteel stromingsonderzoek	AF	12	17	24	53
- Experimenteel stromingsonderzoek	AX	13	13	1	27
- Voortstuwingsaërodynamica & aëroakoestiek	AV	7 (7)	3 (3)	4 (4)	14 (14)
- Instationaire aërodynamica en aëro-elasticiteit	AE	9 (8)	2 (2)	1 (1)	12 (11)
- Theoretische aërodynamica	AT	12 (11)	- (-)	- (-)	12 (11)
- DNW	AD	4 (4)	10 (10)	17 (15)	31 (29)
		60 (59)	46 (46)	50 (47)	156 (152)
Hoofdafdeling Vliegtuigen		2 (2)	1 (1)	1 (2)	4 (5)
- Vliegproeven en helikopters	VV	16 (14)	5 (7)	2 (1)	23 (22)
- Luchtverkeersleiding en avionica	VG	18 (15)	4 (4)	1 (1)	23 (20)
- Vliegeigenschappen en vluchtsimulatie	VS	13 (11)	9 (8)	3 (3)	25 (22)
- Operationele Research	VO	18 (13)	6 (7)	1 (1)	25 (21)
- Vliegtuiginstrumentatie	VA	14 (13)	30 (30)	8 (9)	52 (52)
		81 (68)	55 (57)	16 (17)	152 (142)
Hoofdafdeling Constructies en Materialen		1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Belastingen	SB	6 (7)	4 (4)	- (-)	10 (11)
- Constructies	SC	9 (9)	1 (1)	1 (1)	11 (11)
- Materialen	SM	6 (6)	4 (4)	- (-)	10 (10)
- S-Laboratoria	SL	- (-)	7 (4)	14 (15)	21 (19)
		22 (23)	16 (13)	16 (17)	54 (53)
Hoofdafdeling Ruimtevaart		2 (3)	- (-)	1 (1)	3 (4)
- Remote sensing	RR	6 (5)	3 (3)	- (-)	9 (8)
- Systemen	RS	12 (11)	- (-)	- (-)	12 (11)
- Lab. en therm. vac. onderzoek	RL	4 (4)	7 (5)	1 (1)	12 (10)
		24 (23)	10 (8)	2 (2)	36 (33)
Hoofdafdeling Informatica		3 (3)	- (-)	4 (1)	7 (4)
- Elektronica	IE	16 (13)	23 (22)	6 (7)	45 (42)
- Wiskundige modellen en methoden	IW	11 (11)	- (-)	- (-)	11 (11)
- Numerieke wiskunde en applicatieprogrammering	IN	20 (21)	23 (22)	3 (3)	46 (46)
- Rekencentrum en systeemprogrammering	IR	18 (15)	13 (14)	11 (11)	42 (40)
		68 (63)	59 (58)	24 (22)	151 (143)
Technische Diensten		1 (1)	- (-)	1 (1)	2 (2)
- Technische projecten	TP	5 (4)	4 (4)	2 (2)	11 (10)
- Ontwerpafdeling	TO	- (-)	12 (11)	1 (2)	13 (13)
- Werkplaatsen	TW	1 (1)	12 (10)	25 (26)	38 (37)
		7 (6)	28 (25)	29 (31)	64 (62)
Algemene Diensten		1 (1)	1 (1)	- (-)	2 (2)
- Bouwkundige zaken	GC	- (-)	2 (2)	1 (1)	3 (3)
- Centrale	GE	- (-)	3 (3)	9 (9)	12 (12)
- Sterkstroom	GS	- (-)	3 (2)	7 (8)	10 (10)
- Huishoudelijke zaken	GZ	- (-)	1 (1)	31 (31)	32 (32)
- Bewaking	GX	- (-)	- (-)	8 (7)	8 (7)
- Bibliotheek, documentatie, archief	GB	2 (2)	1 (2)	7 (7)	10 (11)
- Tekstverwerking	GT	- (-)	4 (4)	28 (28)	32 (32)
		3 (3)	15 (15)	91 (91)	109 (109)
Administratieve Diensten		- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
- Administratie	OA	1 (1)	15 (16)	14 (15)	30 (32)
- Magazijn en expeditie	OM	- (-)	1 (1)	4 (4)	5 (5)
- Inkoop	OI	- (-)	5 (5)	1 (1)	6 (6)
		1 (1)	21 (22)	19 (20)	41 (43)
Totaal Generaal		279 (260)	258 (251)	248 (249)	785 (760)

3.1 Stromingen

Onderzoek en ontwikkeling op het gebied van theoretische en numerieke methoden

Euler-vergelijkingen

Op het gebied van de aërodynamische integratie van voortstuwingssystemen zoals geavanceerde schroefvoortstuwing ("propfans") en straalmotoren met grote omloopverhouding met het vliegtuig, is de afgelopen jaren gewerkt aan de ontwikkeling van een softwaresysteem voor numerieke stromingssimulatie op basis van de Euler-vergelijkingen.

De in 1990 uitgevoerde werkzaamheden waren gericht op verbeteringen van het simulatiesysteem, met als doelstelling:

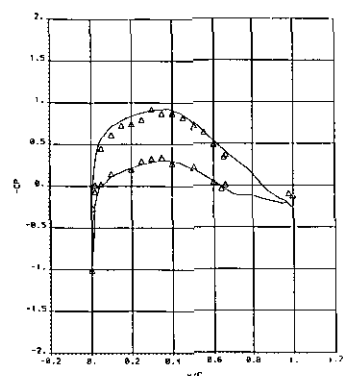
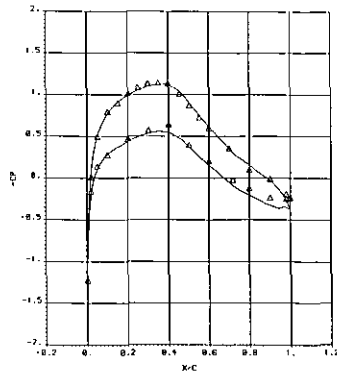
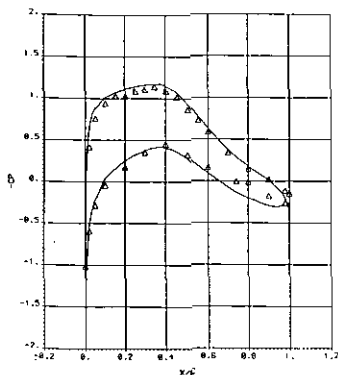
- verkorting van de aanmaaktijd van geblokte rekenroosters;
- opvoering van de numerieke nauwkeurigheid van de rekenresultaten;
- verbetering van de technieken voor het representeren in de rekenprogramma's van de geometrische vorm van aërodynamische oppervlakken;
- verbetering van het trekkende-schijfmodel van propellers;
- verbetering van het geheugen-management in de verschillende rekenprogramma's op de supercomputer.

De mogelijkheden voor het aanmaken van geblokte rekenroosters werden belangrijk uitgebreid. Deze uitbreiding betreft:

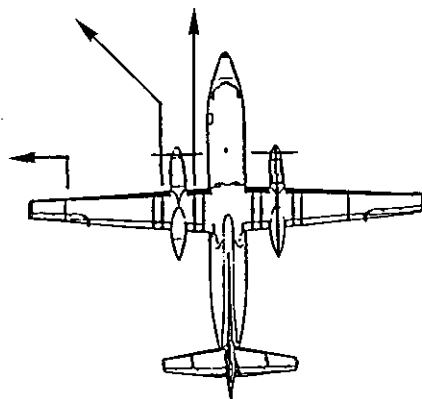
- de topologische structuren van geblokte rekenroosters (introductie van elementaire en samengestelde snijlijnen, zijvlakken, en blokken);
- de numeriek-wiskundige modellen voor de representatie van de geometrische vorm van lijnen en oppervlakken, zowel op aërodynamische oppervlakken als in de stroming, zonder ingebouwde restricties met betrekking tot krommingsgedrag;
- de wiskundige algoritmes voor het afstellen van de rekencel-distributie en de rekencel-dichtheid in de roosters;
- de toepassing van "local grid refinement" op blok-voor-blok basis;
- de constructie van conservatieve blok-koppelingsalgoritmen in de stromingssimulator voor het geval dat een fijn rooster in een blok moet passen bij een grover rooster in een aanliggend blok.

Het blokdecompositie-rekenprogramma is aangepast om het geschikt te maken voor samengestelde snijlijnen, zijvlakken, en blokken. De nieuwe mogelijkheden voor de constructie van geblokte rekenroosters zijn tevens in de Euler-stromingssimulator ingebouwd, en getest op verschillende aërodynamische configuraties. Een nieuw rekenroostergenerator-rekenprogramma werd in ontwikkeling genomen. De eerste versie ervan is een "pilotcode", die vooral is bedoeld voor het testen van de nieuwe wiskundige concepten. Het testen met praktische configuraties (multi-elementen profielen, G222-propellervliegtuig) is in volle gang. Deze werkzaamheden worden uitgevoerd in samenwerking met Fokker, Aeritalia en CIRA (Napels).

Validatie van het numerieke simulatiesysteem op basis van de Euler-vergelijkingen werd o.a. uitgevoerd door Fokker aan de hand van in de vlucht gemeten drukverdelingen op de vleugel van de Fokker 50. Het doel van deze berekeningen en metingen is het onderzoeken van het effect van de propellerslipstroom op de aërodynamica van de vleugel. Details van deze vergelijking bij een getal van Mach van 0,36, een trekkrachtcoëfficiënt van 0,10 en een voortgangscoefficiënt van 1,63 (zie figuur) illustreren dat de overeenkomst tussen de rekenresultaten en de experimentele resultaten goed is bij een kleine trekkrachtcoëfficiënt. Bij grotere trekkrachtcoëfficiënten (kleiner getal van Mach en grotere invalshoek) is deze overeenkomst minder goed, doordat het effect van scheve aanstroming van de propeller niet is gemodelleerd in de randvoorwaarden van de Euler-vergelijkingen ter plaatse van de trekkende schijf.



— : Euler vergelijkingen
 Δ Δ Δ : meetresultaten



Drukverdelingen over een vleugel van de Fokker 50, berekend op basis van de Euler-vergelijkingen en gemeten tijdens vliegproeven.

In GARTEUR-verband (AD AG-15) zijn oplossingen van de Euler-vergelijkingen berekend voor een tweetal testgevallen voor supersonische stroming:

- supersonische stroming om de analytisch gedefinieerde geometrie van het voorste deel van een jachtvliegtuig;
- supersonische stroming om een stomp lichaam bij een getal van Mach van 2,96. Vergelijking van de verkregen rekenresultaten met beschikbare experimentele gegevens en met rekenresultaten van andere deelnemers aan Action Group 15 laten zien dat de resultaten die het NLR heeft verkregen met het softwaresysteem voor numerieke stromingssimulatie op basis van de Euler-vergelijkingen van goede kwaliteit zijn.

In GARTEUR-verband (AD AG-08) werd tevens gewerkt aan het oplossen van de Euler-vergelijkingen voor het GARTEUR "high lift"-vleugelprofiel met uitgeslagen landingskleppen. Voor de startconfiguratie werd een netwerk gegenereerd. Met behulp van dit netwerk werden voor één invalshoek, één getal van Mach en twee pijlhoeken de Euler-vergelijkingen met succes opgelost. Visualisatie van de stromingsoplossing laat loslating van de stroming bij scherpe randen zien.

In het kader van de IEPG (Independent European Programme Group) werden voor de scherprandige romp/vleugel/staak-configuratie, stromingsberekeningen op basis van de Euler-vergelijkingen uitgevoerd, zowel voor subsonische als voor transsonische stromingscondities. Deze testgevallen betroffen stromingen met een voorrandwervel, al dan niet in aanwezigheid van schokgolven. Hierbij werd aandacht besteed aan de generatie van een rekennetwerk waarmee een nauwkeurige oplossing voor alle beschouwde testgevallen verkregen kon worden. Tevens werd de invloed van de maaswijdte-dichtheid van het rekennetwerk op een numerieke oplossing onderzocht. Het convergentieproces van de Euler-rekenmethode bleek bij subsonische aanstroombcondities bij grotere invalshoeken beïnvloed te worden door "vortex burst". De berekende oppervlakte-drukverdelingen werden vergeleken met de gemeten waarden, waarbij bleek dat representatie van de door de voorrandwervel geïnduceerde secundaire loslating noodzakelijk is voor een goede correlatie van theorie en experiment.

De invloed van de romp op de stroming boven de vleugel werd onderzocht door rekenresultaten verkregen voor de romp/vleugel-combinatie te vergelijken met resultaten verkregen op een overeenkomstig rekennetwerk voor de geïsoleerde

vleugel. Tevens werd een begin gemaakt met de studie naar de toepassing van de (Reynolds-gemiddelde) Navier-Stokes stromingsvergelijkingen voor de simulatie van de stroming om scherprandige vleugels.

Potentiaalvergelijking

De volledige-potentiaalvergelijking vormt de basis voor het computerprogramma MATRICS voor het berekenen van de transsone, niet-viskeuze stroming om vleugel/romp-configuraties. Belangrijke verschijnselen zoals schokgolven worden door de volledige-potentiaalvergelijking gemodelleerd.

De MATRICS/MATGRID-combinatie werd verder gevalideerd waarbij aandacht werd besteed aan de bijdragen van de romp aan de krachtencoëfficiënten. MATGRID is de door FFA (Zweden) ontwikkelde netwerkgenerator voor vleugel/romp-configuraties.

Het testen en evalueren van MATGRID is gereed. Met behulp van de vele bij het testen gegenereerde netwerken is MATRICS uitvoerig gevalideerd. Ten aanzien van de bijdragen van de romp aan de krachtencoëfficiënten is gebleken dat voortgezet nauwkeurigheidsonderzoek noodzakelijk is.

Met MATRICS werden ondersteunende berekeningen gemaakt, aansluitend bij het "laminar glove"-experiment met de Fokker 100 in het kader van het BRITE/EURAM-project ELFIN. De berekeningen werden uitgevoerd op twee netwerken, één met uniforme spanwijdte-resolutie, en een tweede met sterk verhoogde spanwijdte-resolutie aan de randen/overgangen van de "glove".

Gelineariseerde potentiaalvergelijking

De gelineariseerde potentiaalvergelijking vormt het basismodel voor de panelenmethode. De implementatie van de slipstroommodellering in de 3D-panelenmethode werd voltooid. Op de omhullende van de slipstroom wordt aan twee randvoorwaarden voldaan: de druksprongrandvoorwaarde en de snelheidsrandvoorwaarde. De druksprongrandvoorwaarde werd geïmplementeerd, en getest door het uitvoeren van berekeningen aan een aantal eenvoudige configuraties en aan een complete Fokker 50-configuratie. Vervolgens werd de snelheidsrandvoorwaarde geïmplementeerd, waarna de juiste werking van de complete modellering werd getest aan de hand van dezelfde testconfiguraties.

Voor de visualisatie van resultaten van de 3D-panelenmethode werd de mogelijkheid geschapen om aërodynamische data op het oppervlak van de configuratie op een zodanige wijze te berekenen dat deze data op de gehele configuratie zichtbaar gemaakt kunnen worden, zonder onderbrekingen in de buurt van de aansluitingen tussen de verschillende gedeelten waaruit de configuratie bestaat. Een begin werd gemaakt met de validatie van het ontwikkelde slipstroommodel, door de berekende resultaten te vergelijken met gegevens ontleend aan metingen in de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) en vliegproeven met de Fokker 50.

Voor de berekening van Radar Cross Sections (RCS) van motorinlaten van vliegtuigen wordt onderzoek uitgevoerd in samenwerking met het Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO (FEL-TNO) en MBB-München. Het onderzoek is gericht op de wiskundige formulering, met behulp van de z.g. "Electric Field Integral Equation" (EFIE), en de numerieke behandeling van deze vergelijkingen. Begonnen werd met de evaluatie van de EFIE-code door het uitvoeren van een aantal testberekeningen met de NEC SX-2 supercomputer.

Navier-Stokes- en grenslaagvergelijkingen

Voor het in rekening brengen van de viscositeit en warmtegeleiding van de lucht en de turbulentie van de stroming, werd onderzoek verricht naar rekenmethoden voor de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen, en naar rekenmethoden waarbij de berekening van de grenslaag wordt gekoppeld aan die van de niet-viskeuze stroming.

In GARTEUR-verband (AD AG-11) worden Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-berekeningen uitgevoerd en geëvalueerd met programma's van de diverse deelnemers. De inbreng van het NLR bestaat uit het uitvoeren van berekeningen met een voorgeschreven turbulentie-model en op netwerken met toenemende fijnheid, teneinde referentieoplossingen te genereren. Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-berekeningen werden uitgevoerd voor een viertal profielen met verschillende grids.

In het kader van het BRITE/EURAM-project EUROVAL werden in samenwerking met diverse andere deelnemers waaronder British Aerospace, Dornier en Saab, hoge-draagkracht-karakteristieken van enkelvoudige profielen berekend met de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen.

De industrie maakt bij het vleugelontwerp op grote schaal gebruik van stromingsberekeningen op basis van de volledige-potentiaalvergelijking. Om de trefzekerheid van dit ontwerpproces te vergroten werd verder gewerkt aan de uitbreiding van het MATRICS-computerprogramma met een berekeningsmethode voor driedimensionale, turbulente grenslagen en zoggen. Gewerkt werd aan de ontwikkeling van een programmacomponent voor de berekening van de turbulente grenslaag. Deze grenslaagoplosser werd met bevredigende resultaten geëvalueerd voor een turbulente grenslaagstroming over een vlakke plaat, maar bleek nog niet robuust genoeg voor de berekening van een realistische turbulente grenslaagstroming over een vleugel met zog.

Het programma VISTRAFS voor het berekenen van transsonische, tweedimensionale profielstromingen werd in een aantal opzichten verbeterd. De werking van de interactiewet werd zodanig verbeterd dat voor alle condities met aanliggende stroming of geringe loslating een geconvergeerde oplossing wordt verkregen.

Het computerprogramma BOLA voor het berekenen van driedimensionale laminaire en turbulente grenslagen werd aangepast aan eisen van de industrie.

Onderzoek t.b.v. turbulentie-modellering

Een begin werd gemaakt met de ontwikkeling van betere turbulentie-modellen voor berekeningsmethoden voor profiel- en vleugelstromingen. Bij stromingen om vliegtuigen gaat het vooral om de nauwkeurige modellering van twee- en driedimensionale grenslagen en zoggen en van losgelaten stromingen. Voor de losgelaten stromingen is verder onderzoek op het gebied van de rekenmethoden zelf nodig om te bereiken dat de numerieke fouten voldoende klein zijn om conclusies over het turbulentie-model te kunnen trekken. Teneinde de feitelijke kennis op het gebied van turbulentie in verschillende typen complexe stromingen te vergroten werden detailmetingen uitgevoerd. Gewerkt werd aan een grenslaagexperiment dat gedetailleerde metingen omvat van de gemiddelde snelheden en de turbulentiegrootheden in de driedimensionale grenslaag op de boven- en onderzijde van een pijlvleugel en in het nabije zog. Dit betreft een onderzoek dat in GARTEUR-verband (AD AG-07) wordt uitgevoerd. Tevens werd experimenteel onderzoek verricht in de stroming nabij een profiel-achterrand. Dit onderzoek, dat bij en in samenwerking met de TU-Delft wordt uitgevoerd, is nagenoeg afgerond; de resultaten blijken zeer nuttig voor turbulentie-modellering.

Ontwerpmethoden

Onderzoek werd verricht naar ontwerpmethoden waarmee vormen kunnen worden uitgerekend die bij benadering voldoen aan een voorgeschreven drukverdeling. Dit onderzoek heeft betrekking op profielontwerp en vleugelontwerp op basis van de potentiaaltheorie. Ten behoeve van het profielontwerp werd numerieke optimalisatie van de voor te schrijven drukverdeling toegepast. Ten behoeve van het vleugelontwerp werden testberekeningen uitgevoerd met WINGDES.

Begonnen werd met het installeren van WINGDES op de NEC SX-2 supercomputer van het NLR en met het testen. Daarmee werd bereikt dat Fokker beter kon worden ondersteund. Besloten werd een eerste operationele versie, WINGDES 0.0, te valideren.

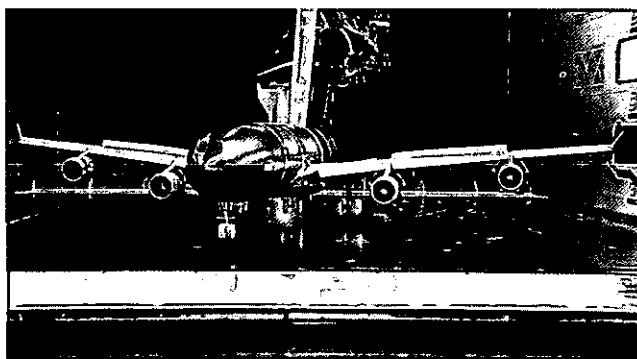
Een begin werd gemaakt met de werkzaamheden voor het BRITE/EURAM-project "Optimum Design in Aerodynamics". Het NLR werkt aan het z.g. multi-point vleugelontwerp probleem, d.w.z. het bepalen van de vorm van een vleugel zodanig dat deze voor een aantal verschillende vliegcondities aan bepaalde ontwerp-eisen voldoet.

Modellen van reële gassen

Voor het berekenen van hypersonische stromingen werd onderzoek verricht naar de wiskundige formulering van lucht in thermodynamisch niet-evenwicht, waarbij chemische processen een rol spelen. Resultaten van testberekeningen voor niet-evenwichtsstromingen in een hypersonische windtunnel werden gepresenteerd tijdens een workshop "On Hypersonic Flows for Re-entry Problems".

Stromingsvisualisatie

Voor de visualisatie van de resultaten van stromingsberekeningen is een stromingsvisualisatieprogramma in ontwikkeling. Dit zogenaamde VISU3D-programma maakt gebruik van een IRIS 3130-werkstation, waarmee de resultaten van tweedimensionale en driedimensionale berekeningen kunnen worden geanalyseerd door bijvoorbeeld de drukverdeling op het oppervlak van de aerodynamische configuratie te representeren door de kleur van het oppervlak.



Airbus A340-model met drie TPS-motoren en motorgondels met straalomkeerders boven de Moving Belt Ground Plane in de DNW.

Toegepast aerodynamisch onderzoek

Draagkrachtverhogende middelen

De rapportering werd voltooid van een reeks metingen in de Lage-Snelheids Tunnel LST en in de Hoge-Snelheids Tunnel HST aan een vleugel met neus- en staartkleppen in zowel een startstand als een landingsstand. Dit onderzoek maakt deel uit van een GARTEUR-programma AD AG-08 dat zowel metingen in verschillende Europese windtunnels bij Reynolds-getallen tussen 2×10^6 en 16×10^6 en onafhankelijk gevarieerde Mach-getallen, als metingen in de vrije vlucht omvat. De resultaten zullen inzicht verschaffen over schaafeffecten en compressibiliteitseffecten bij vleugels met draagkrachtverhogende middelen. Met de analyse van de resultaten, met name met betrekking tot het modelleren van compressibiliteitseffecten, werd een begin gemaakt.

Natuurlijke laminaire stroming

De voortzetting van het onderzoek naar vleugels met natuurlijke laminaire stroming vindt plaats in het BRITE/EURAM-project ELFIN van de EG. Een vleugelmof voor het Fokker 100-vliegtuig, ontworpen voor laminaire stroming over meer dan de helft van de vleugelkooorde, is aan een model in de HST onderzocht. Vliegproeven met de Fokker 100 zullen in 1991 plaats vinden. Theoretisch onderzoek werd verricht ter verbetering van de voorspelling van de omslag van laminaire naar turbulente grenslaagstroming.

Helikopteraërodynamica

In het kader van het BRITE/EURAM-programma van de EG werd deelgenomen aan theoretisch onderzoek op het gebied van helikopterrotoren (project DACRO) en op dat van rotor/romp-interferentie (project SCIA). In het project DACRO werd bijgedragen aan de selectie en de uitvoering van berekeningen voor tweedimensionale stationaire en instationaire stromingen om rotorprofielen. Voor het project SCIA werd het rotorprogramma HERO van het NLR aangepast en getest voor het berekenen van de invloed van stoorsnelheden t.g.v. de romp.

Voortstuwingsaërodynamica

Op het gebied van de voortstuwingsaërodynamica werd hoofdzakelijk onderzoek in opdracht uitgevoerd. Onder meer werd assistentie verleend aan het LAGG (Indonesië) bij onderzoek in de ILST aan een windtunnelmodel met door lucht aangedreven propellers. Ook werd gewerkt aan een model voor het berekenen van de warmtebelasting in stuwstraalmotoren voor hoge vliegsnelheden. Daarnaast werden voorbereidingen getroffen voor de uitvoering van onderzoek aan een halfmodel voorzien van propfans in de HST. De samenwerking met ONERA, DLR, ARA en Dornier in het kader van GARTEUR AD AG-10, "Flow computations for advanced propellers", werd voltooid. De in voorgaande jaren verkregen resultaten werden in drie eindrapporten samengevat, waarbij het NLR de rapportering van de resultaten voor conventionele propellers verzorgde.

Aëro-akoestiek

Een literatuurstudie werd uitgevoerd voor de keuze van een te ontwikkelen methode voor het berekenen van drukverdelingen op de bladen van geavanceerde propellers, die benodigd zijn voor de berekening van het door een propeller geproduceerde geluid.

Het cabinelawaai in een propellervliegtuig wordt voor een groot deel bepaald door het op de romp invallende propellergeluid. De resultaten van berekeningen met een theoretisch model voor de daarbij optredende geluidsdiffractie bleken goed overeen te stemmen met de resultaten van een experiment dat werd uitgevoerd in de Kleine Anechoïsche Tunnel.

In het kader van GARTEUR werd de instelling van een Action Group voorbereid op het gebied van propellergeluid. De werkzaamheden betroffen voornamelijk de taakverdeling tussen de beoogde deelnemers en de selectie van de meest geschikte experimentele gegevens. Aan deze gegevens zullen de diverse akoestische berekeningsmethoden van de deelnemers worden getoetst. Begonnen werd met de aërodynamische berekeningen die de basis moeten leveren voor de akoestische berekeningen.

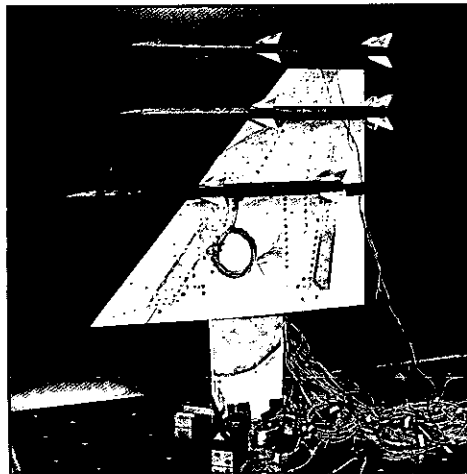
Gewerkt werd aan het realiseren van een windtunnelmodel waarmee de theorie voor de geluidstransmissie door een draaiende rotobladkrans kan worden gevalideerd (het z.g. fan-experiment). Het theoretisch onderzoek van de geluidsgeneratie in turbofanmotoren werd voornamelijk gericht op de verbetering van de

numerieke modellering. Ook bij de hogere frequenties wordt bij het fan-experiment van het NLR nu de gewenste nauwkeurigheid bereikt. Mede hierdoor kan het theoretisch model voor de berekening van geluidstransmissie door een rotor worden toegepast.

Het onderzoek naar de toepasbaarheid van meettechnieken voor het transport van trillingsenergie in constructies, relevant voor geluidafstraling, werd grotendeels afgerond. De in 1989 ontwikkelde technieken en programmatuur werden met succes toegepast bij het vaststellen van de structuur van de geluidsgolven in de motorinlaat van de Fokker 100 tijdens de vlucht.

Aëro-elasticiteit

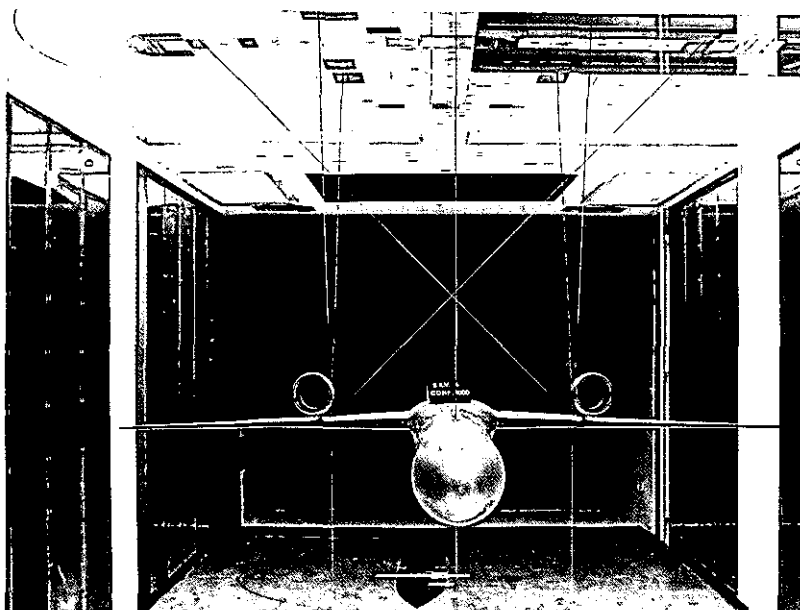
De ontwikkeling van een "pilot code" voor de gelijktijdige simulatie van de transsone stroming om een elastisch vliegtuig en de vervormingen daarvan werd voortgezet. De stroming wordt daarbij gemodelleerd volgens de volledige-potentialvergelijking. De nadruk lag op het ontwikkelen van een netwerkgenerator en een oplossingsalgoritme.



Vleugelmodel voor onderzoek in de windtunnel naar Limit Cycle Oscillations bij gevechtsvliegtuigen.

De voorbereidingen van een onderzoek in de HST van de stroming om een in trilling gebracht halfmodel van een vleugel met "strakes" werden voortgezet. Dit onderzoek beoogt de effecten van stromingsloslating bij de vleugelvoorranden en vleugeltippen op de luchtkrachten na te gaan, die bij gevechtsvliegtuigen kunnen leiden tot onaanvaardbaar hinderlijke trillingen. Uit voorlopig trillingsonderzoek aan het model bleek dat de sterkte en stijfheid in het tipgebied van de vleugel niet voldoende waren. Met de uitvoering van een modificatie van het tipgebied is inmiddels begonnen. Een begin werd gemaakt met de ontwikkeling en aanpassing van programmatuur voor de dataverwerking met het 64-kanaals Fourieranalysesysteem. Tevens werd begonnen met een onderzoek naar het zichtbaar maken van de stroming tijdens de windtunnelmeting.

Parallel aan bovengenoemd windtunnelonderzoek werd de ontwikkeling voortgezet van een methode om de trillingen van het vliegtuig tijdens stromingsloslating aan de vleugels te berekenen. Voorlopig wordt daarbij gebruik gemaakt van gegevens uit stationair windtunnelonderzoek. Een eerste versie van deze methode kwam gereed. Resultaten van berekeningen lieten een goede kwalitatieve, en in sommige gevallen kwantitatieve overeenstemming met gegevens uit vliegproeven zien.



SKV-4 model van Fokker in de lage-snelheidswindtunnel LST.

Onderzoek samenhangend met het meten in windtunnels

Gebruikers van windtunnels eisen dat vliegtuigprestaties en vliegtuigeigenschappen met de grootst mogelijke nauwkeurigheid kunnen worden voorspeld. Dit stelt hoge eisen aan de nauwkeurigheid van metingen in windtunnels. Daarom wordt voortdurend gewerkt aan verbetering en vervanging van meetapparatuur zoals modelbalansen en apparatuur voor de bepaling van de hoek waaronder de windtunnelmodellen worden aangestroomd. Daarnaast worden correctiemethoden ontwikkeld voor storende invloeden die inherent zijn aan het meten in windtunnels, zoals van de aanwezigheid van tunnelwanden en van de modelondersteuning.

Wandinvloed

Het onderzoek naar wandinvloed in het transsone snelheidsgebied vindt plaats met behulp van een Transsone Wandinvloed Generator (TWIG)-model waarvan de afmetingen zijn afgestemd op de PHST, met een hiertoe speciaal aangemaakte modelondersteuning.

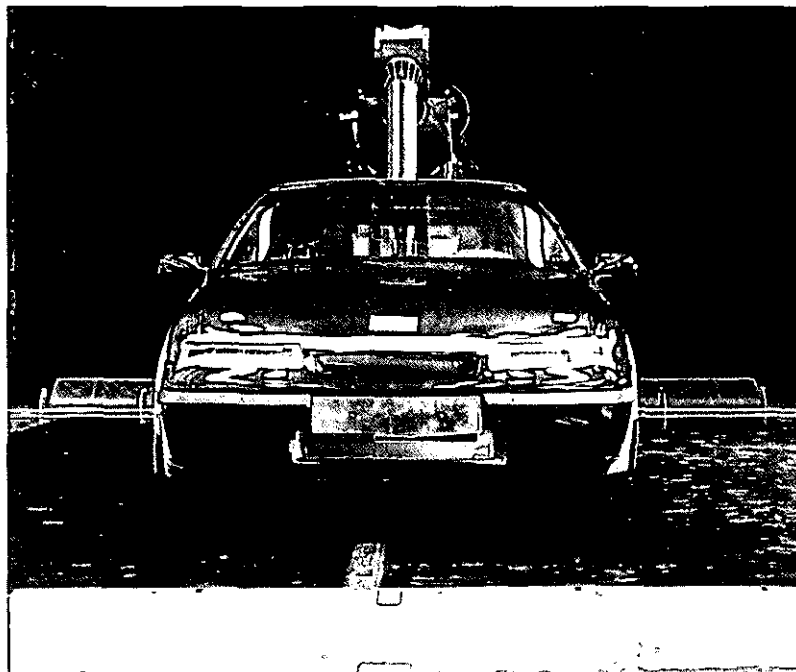
Staakinvloed

Het onderzoek naar de versturende invloed van de modelondersteuning op de meetresultaten van windtunnelmodellen werd voorlopig afgerond met een theoretische analyse. Daarbij werden de metingen voor twee verschillende modelondersteuningen vergeleken met theoretische correcties, bepaald door middel van de panelenmethode.

Uit de analyse is gebleken dat de uiteindelijke verstoring de som is van verschillende, veelal tegengestelde bijdragen die slechts ten dele langs theoretische weg kunnen worden bepaald. Het onderzoek heeft daarom nog niet geresulteerd in een bevredigende correctiemethode. Onderzocht wordt op welke wijze dit onderzoek kan worden voortgezet.

Ondersteuning DNW

Een aantal van de bovengenoemde onderwerpen is tevens van belang voor de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW, zoals wandinvloed, invloed van de modelondersteuning, voortstuwingsaërodynamica (ijking van Turbo-Powered Simulator (TPS)-motoren en analyse van resultaten). Waar mogelijk werd het betreffende onderzoek in het kader van de zogenaamde "Research Support DNW" aangepast aan de behoeften van DNW. De "Research Support DNW" wordt door het NLR in samenwerking met de DLR geleverd.



Opel Calibra met draaiende wielen
boven de Moving Belt Ground Plane
in de DNW.

3.2 Vliegtuigen

Evaluatie en certificatie van de Fokker 50 en Fokker 100

De vliegproeven met de Fokker 50 en de Fokker 100, waarbij het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) wordt gebruikt, werden voortgezet in verband met verdergaande ontwikkeling en nieuwe klanteneisen.

Een NLR-team verzorgde tijdens deze vliegproeven het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie aan boord van de vliegtuigen. Door het NLR werd voorts gewerkt aan kalibraties, onderhoud van hardware en software, wijziging van bestaande meetsystemen, administratie en documentatie van de meetsystemen en aan de verwerking van de meetgegevens.

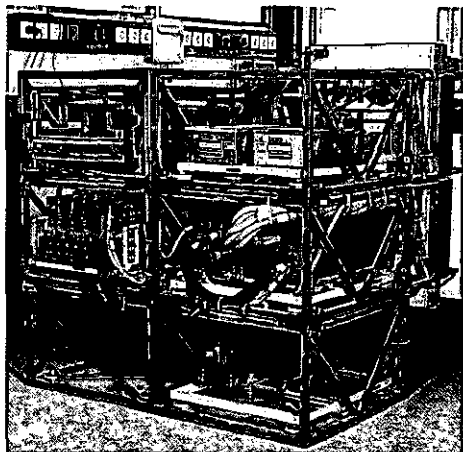
Fokker 50

Van de diverse beproevingen kunnen onder meer worden genoemd de proeven met een bepaald type ontijzingsvloestof en proeven m.b.t. ijsafzetting in de motorinlaat, welke plaatsvonden op het Noorse vliegveld Gardermoen. Verder vonden meetvluchten plaats met betrekking tot optimalisatie van de "overspeed-governor", voor onderzoek van een tweede "stall warning"-vaan en van de invloed van vocht op de motorbekabeling en voor aanvullende weerstandsmetingen. Ook werden *grotere vliegproevenprogramma's uitgevoerd, zoals de voortgezette beproeving van een verbeterd stuurkrachtensysteem voor een ruimer zwaartepuntsgebied, een vervolg op het zgn. "Aerodynamische Clean-Up" programma.*

Het onderzoek naar ijsafzetting in de motorinlaat van een Fokker 50-vliegtuig van een luchtvaartmaatschappij werd nog gedurende een aantal maanden voortgezet. Hierbij werden onder ijscondities in de inlaat opnamen gemaakt met behulp van een video-camera.

De twee door het NLR voor de Fokker 50 ontwikkelde Production Test Flight-meetsystemen (PTF) werden veelvuldig ingezet bij de eindtest van de serie-vliegtuigen. Ook werden deze systemen toegepast bij kleinere beproevingen met serievliegtuigen, zoals metingen aan het propeller-faseregelsysteem. Ook het tweede PTF-meetsysteem werd voorzien van een zgn. "Data Processing Module" (DPM), een microcomputer waarmee tijdens de vlucht meetgegevens in "engineering units" kunnen worden gepresenteerd en geregistreerd. Hierdoor zijn de meetgegevens onmiddellijk na de vlucht beschikbaar voor verdere analyse.

Digitaal meetsysteem voor geluidsproeven met de Fokker 100, met 128 kanalen voor microfoonsignalen die gelijktijdig met een frequentie van 50.000 samples per seconde kunnen worden gedigitaliseerd en geregistreerd.



Fokker 100

Tot de kleinere Fokker 100-vliegproeven waaraan het NLR zijn medewerking verleende, behoren beproevingen van diverse boordsysteemdelen, onderzoek naar de vliegtuigprestaties op een natte startbaan te Farnborough en een beproeving bij zeer lage temperaturen in Canada.

Meer omvangrijke activiteiten behelsden onder meer verdere beproeving en certificatie van het Automatic Flight Control and Augmentation System (AFCAS), het Electronic Flight Instrument System (EFIS), het Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS), de Auxiliary Power Unit (APU) en het Proximity Switching System (PSS).

In het kader van het "Reduced Exterior Noise"-programma van Fokker werden geluidsmetingen uitgevoerd in Granada in Spanje, en werden de voorbereidingen getroffen voor het meten van geluidspatronen in een Fokker 100-motorinlaat. In een speciaal door Grumman vervaardigd motorinlaatkanaal werd door het NLR, in nauwe samenwerking met Fokker, een honderdtal microfoons en druksensoren aangebracht. Voor het meten en registreren van de microfoonsignalen werd een zeer snel digitaliserend data-acquisitiesysteem ontwikkeld. De metingen verliepen succesvol en de resultaten voldeden aan de verwachtingen.

De twee PTF-systemen, die worden ingezet bij de testvluchten met de Fokker 100-serievliegtuigen, werden beide voorzien van een "Data Processing Module" (DPM).

Ondersteuning bij militaire vliegproeven

Het NLR assisteerte de Koninklijke luchtmacht bij diverse vliegtuigbeproevingsprogramma's.

Het NLR assisteerte de Belgische vliegtuigfabriek SABCA bij een certificatieprogramma van een door MATRA ontwikkeld nieuw wapensysteem voor de F-16. Hierbij werd NLR-instrumentatie ingezet voor de registratie van vliegtuig- en wapengegevens tijdens separatie- en avionica-proeven.

Ondersteuning bij certificatie

NLR-medewerkers ondersteunden de Rijksluchtvaartdienst bij certificatietaakzaamheden t.a.v. vliegtuigprestaties en avionica voor de Fokker 50 en de Fokker 100. Tijdens een aantal internationale bijeenkomsten werd bijgedragen aan de regelgeving op het gebied van de prestaties en de vliegeigenschappen. Daarbij werd veel aandacht besteed aan de "accelerate-stop distance" op natte banen.

Beproeving-, meet- en analysetechnieken voor onderzoek in de vlucht

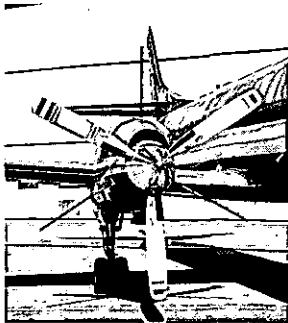
De AGARD-Werkgroep 18, "Rotorcraft System Identification", heeft besloten zijn resultaten te presenteren in een "Lecture Series" No. 178, welke in november 1991 zal worden gehouden. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van het eindrapport, waaraan door het NLR werd bijgedragen.

Resultaten van vliegproeven en windtunnelmetingen

De resultaten van de analyse van metingen van de drukverdeling over de vleugel van een Fokker 100 werden gepresenteerd op het 17e ICAS congres in Stockholm. De resultaten van vliegproeven werden vergeleken met die van metingen in de windtunnel.

Onderzoek van de Metro II

In samenwerking met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft (TUD-LR) is verder gewerkt aan de bepaling van het aërodynamische model van het Metro II-laboratoriumvliegtuig. Uit de analyse van de meetresultaten konden stabiliteits- en besturingsafgeleiden worden geïdentificeerd. Voorts werd gewerkt aan de modellen van het besturingssysteem. Uiteindelijk zullen deze modellen, te zamen met modellen voor motorwerking, onderstel en massa-



Het Metro II-laboratoriumvliegtuig, voorzien van drukmeetharken ter bepaling van de parameters van een model voor de motorwerking.

verdeling, leiden tot een geïntegreerd model van de Metro II dat kan worden geïmplementeerd in de Vluchtnabootser van het NLR. Eveneens in samenwerking met TUD-LR werd een serie meetvluchten uitgevoerd voor het bepalen van de vliegeigenschappen van het Metro II-laboratoriumvliegtuig. In het bijzonder werd aandacht besteed aan het meten van het motorvermogen en van de stroming achter de schroef.

Beechcraft Queen Air 80

Met het Queen Air-laboratoriumvliegtuig werden vliegproeven uitgevoerd ten behoeve van het tweedejaars-practicum voor studenten van de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft. Ten behoeve van het remote-sensing onderzoek werd een aantal meetvluchten met CAESAR (CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing) uitgevoerd.

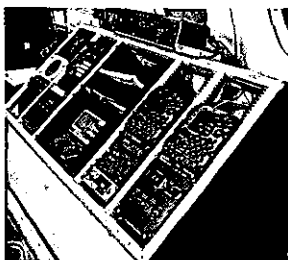
Vliegproeven met de Metro II

Met het Fairchild Metro II-laboratoriumvliegtuig werd wederom een serie vliegproeven uitgevoerd voor de evaluatie van het operationeel gebruik van het satellietnavigatiesysteem NAVSTAR/GPS.

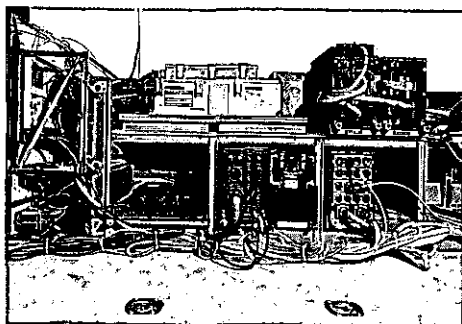
In aansluiting op proeven die in voorgaande jaren waren uitgevoerd, werd een serie meetvluchten uitgevoerd met betrekking tot het gebruik van het Microwave Landing System (MLS). In deze proeven, die werden uitgevoerd op de luchthaven Heathrow van Londen, werden zogenaamde "Computed centre line approaches" geëvalueerd. Dit zijn instrument-naderingen naar een landingsbaan, waarbij gebruik gemaakt wordt van de MLS-installatie op een parallel-baan. Voorafgaand aan deze meetvluchten werd een serie MLS-demonstratievluchten uitgevoerd op de luchthaven van Cardiff.

Er werden twee proefvluchten met de Metro II gemaakt ter beproeving van de PHARS, een prototype van een polarimetrische Synthetic Aperture Radar (SAR).

Bedieningsconsole in de Metro II voor GPS/INS-integratieproeven.



Opstelling van de filmcamera in de Metro II voor NAVSTAR GPS/INS-proeven.



Navigatiesystemen

In het kader van het internationale testprogramma voor het NAVSTAR Global Positioning System (GPS) voerde het NLR in opdracht van het Ministerie van Defensie onderzoek uit naar het gebruik van Rockwell Collins 3A Precise Positioning Service ontvangers. Het testprogramma wordt geleid door het NAVSTAR GPS Joint Program Office (JPO). In een uitgebreid vliegproevenprogramma werd onderzoek gedaan naar de prestaties van een navigatiesysteem waarin een Inertial Navigation System (INS) en een GPS-ontvanger zijn geïntegreerd. Hierbij werd zowel gelet op de nauwkeurigheid van de berekende vliegtuigpositie als op de betrouwbaarheid van de GPS-ontvangst met verschillende antennes onder militaire operationele omstandigheden. De eerste resultaten toonden voordelen van dit systeem aan in vergelijking met een "stand-alone" INS. Als referentie voor de absolute nauwkeurigheid werd gebruik gemaakt van opnamen met een verticaal omlaag kijkende camera, waaruit de vliegtuigpositie kan worden berekend. De grote nauwkeurigheid van deze referentiepunten werd geverifieerd in een aparte vliegproef waarbij een vergelijking werd uitgevoerd met de vliegtuigpositie die berekend werd met een cameramethode die gebruikt wordt voor kartografische metingen.

Collins PPS-ontvanger in de Metro II gebruikt bij Navstar GPS/INS-proeven

Ongevallenonderzoek

Ter ondersteuning van de Koninklijke luchtmacht bij het onderzoek van vliegtuigongevallen wordt een "Accident Investigation Manual" opgesteld. In het "Manual" worden ervaringen van zowel KLu- als NLR-specialisten vastgelegd in de vorm van procedures en technieken, met als doel een verbeterde efficiëntie van het ongevallenonderzoek.

Technisch onderzoek werd uitgevoerd in verband met een aantal ongevallen die in 1990 plaatsvonden.

Luchtverkeersleiding

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd assistentie verleend bij het opstellen van de specificaties voor een nieuw luchtverkeersleidingssysteem. Zo was het NLR nauw betrokken bij het specificeren van de beeldschermen en invoermedia voor de naderings- en de "en-route"-verkeersleiding. Met de NLR ATC Research Simulator (NARSIM) werd een groot aantal presentatiewijzen onderzocht in combinatie met verschillende invoermedia (functietoetsen, "rolling ball", "touch input device"). De verschillende mogelijkheden werden door verkeersleiders geëvalueerd.

Een methode voor planningsconflictdetectie werd ontwikkeld voor het nieuwe verkeersleidingssysteem. Begonnen werd met het opstellen van specificaties en het implementeren op NARSIM. De in het vorige jaar op NARSIM geïmplementeerde "Short Term Conflict Alert"-functie (STCA) werd getest op presentatie-aspecten. De volledige functionele beschrijving conform de Hatley en Pirbhai-methode kwam gereed.

Van de door het NLR ontwikkelde geavanceerde radar tracker JUMPDIF (Jump diffusion tracker) kwam een multiradar-versie gereed. Deze versie bevat een systematische foutschatter voor een aantal variabelen. In samenwerking met de RLD werd een evaluatie van JUMPDIF uitgevoerd.

Het ontwikkelde radar Track Quality Measurement systeem TRAQUME werd getest. De uitbreiding van het programma MURATREC (Multi-Radar Trajectory Reconstitution) met een "mode-of-flight"-baanreconstructiemethode, in opdracht van Eurocontrol, werd nagenoeg voltooid.

Eveneens in opdracht van Eurocontrol werd een standaard interface voor vliegtuigmodellen ontwikkeld voor toepassing in luchtverkeersleidingssimulators. Deze interface werd getest met NARSIM.



Beeldschermen van de NLR ATC Research Simulator NARSIM.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst (RLD) werd deelgenomen aan de werkzaamheden van een aantal internationale organisaties. Een medewerker van het NLR is namens de RLD "Panel member" van het "SSR Improvement and Collision Avoidance Systems (SICAS) Panel" van de ICAO. Deelgenomen werd aan de werkzaamheden van het SSR mode S-implementatieteam van Eurocontrol dat de introductie van SSR mode S, inclusief mogelijkheden voor een dataverbinding tussen vliegtuigen en grondsystemen binnen Europa, voorbereidt.

Op verzoek van Eurocontrol werd deelgenomen aan vergaderingen van de Subgroep B van het ICAO-Panel "Review of the General Concept of Separation" (RGCS) en van de Vertical Separation Studies Group (VSSG). De activiteiten van deze werkgroepen betreffen het in internationaal verband verder uitwerken en documenteren van de resultaten van datacollecties van het hoogtegedrag van vliegtuigen.

Helikopters

Assistentie werd verleend aan de RLD in de Helicopter Airworthiness Study Group (HASG) bij het opstellen van JAR 27 en 29.

In opdracht van KLM Helikopters werd een vervolgstudie uitgevoerd ter aanvulling van het eerder uitgevoerde onderzoek naar de mogelijkheden om met een Sikorsky S-76B helikopter vanaf kleine start- en landingsplaatsen in de bebouwde omgeving te opereren. Een aanvulling op de vliegprocedures werd voorgesteld, en deze is na goedkeuring door de RLD in het Flight Manual opgenomen.

Ter ondersteuning van de besluitvorming van de Koninklijke luchtmacht en Koninklijke landmacht bij de mogelijke aanschaffing van bewapende helikopters werd in opdracht van het NIVR medewerking verleend aan de evaluatie van de eindrapportage van een industriële studie m.b.t. de LAH-helikopter.

In samenwerking met Fokker, DAF Special Products en Hollandse Signaalapparaten werd deelgenomen aan de werkzaamheden in de "Transitie Periode" van het NH90-project voor een NATO helikopter voor de jaren '90. In deze periode, voorafgaande aan de "Design and Development"-fase van dit Europese samenwerkingsproject, leverde het NLR bijdragen in diverse technische studies.

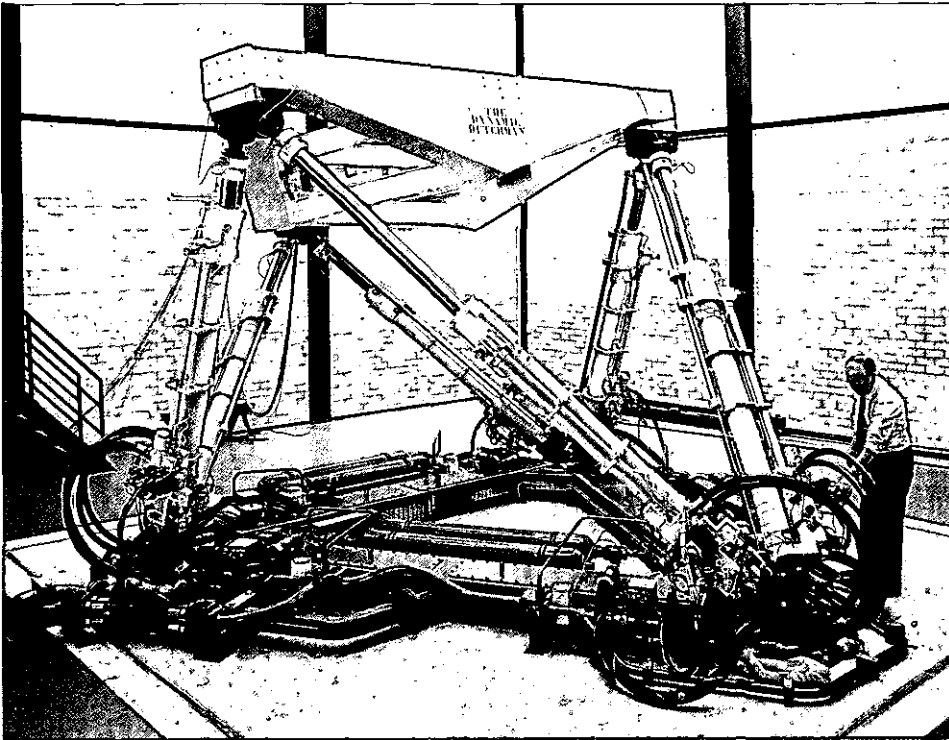
In opdracht van de Koninklijke marine werd ondersteuning verleend aan het Projectbureau voor het NH90-project. Voorts werden werkzaamheden verricht met betrekking tot helikopter/schip-operaties en het ontwerpen van een tweetal scheepsklassen voor de Koninklijke marine.

In opdracht van Hollandse Signaalapparaten werd een onderzoek uitgevoerd naar enkele vliegmechanische aspecten van 17 helikopter-typen. Het onderzoek omvatte de "Normal load factor" en de voorwaartse versnelling als functie van de vliegsnelheid, en de stijgsnelheid in verticale en voorwaartse vlucht.

Een bijdrage werd geleverd aan de studie "Helicopter rotor/fuselage interactional aerodynamics" van het BRITE/EURAM-programma.

In het kader van GARTEUR HC EG-10, "Helicopter Performance Modelling", en HC AG-06, "Mathematical Modelling for the Prediction of Helicopter Flying Qualities", leverde het NLR bijdragen.

Voortgegaan werd met de ontwikkeling van een mathematisch helikoptermodel ten behoeve van de Vluchtnabootser. Voor het realiseren van de helikopter-vluchtnabootser zal zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van elementen van de bestaande vluchtnabootser van het NLR.



Nieuw bewegingsmechanisme met zes vrijheidsgraden voor de Vluchtnabootser.

Aan studenten van de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft werd ondersteuning verleend bij het practicum voorontwerpen en bij afstudeeropdrachten op het gebied van helikopters. Tevens werd een leeropdracht met betrekking tot helikopters vervuld bij de afdeling Vliegtuigbouwkunde van de Hogeschool Haarlem.

Vlegeigenschappen

Naar aanleiding van de aanbevelingen gedaan door de GARTEUR Action Group "Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" (FM AG-01) is een Exploratory Group "Low-speed Lateral/Directional Handling Qualities Design Guidelines" (FM EG-10) opgericht. Deze groep heeft overleg gevoerd met vertegenwoordigers van de industrie en op basis hiervan een voorstel gedaan voor de oprichting van een Action Group voor dit onderwerp.

Geavanceerde stuurautomaten

In opdracht van het NIVR wordt een onderzoek van geavanceerde stuurautomaten uitgevoerd dat zich zowel op ontwerpconcepten als op ontwerpmethoden richt. Als toepassing van de "Inverse Nyquist Array"-ontwerpmethode voor multivariabele regelsystemen werd een besturingssysteem ontworpen voor de symmetrische bewegingen van een tweemotorig straalverkeersvliegtuig. De studie van ontwerpmethoden werd vervolgens gericht op robuuste multivariabele regelsystemen, welke zonder parameteraanpassingen systemen met beperkt variabele eigenschappen goed kunnen besturen.

MLS (Microwave Landing System)

Met het Metro II-laboratoriumvliegtuig werden MLS-vliegproeven uitgevoerd op Cardiff Wales Airport en London Heathrow Airport. Het doel van deze proeven was het onderzoeken van de operationele mogelijkheden van "computed centre line approaches" en het demonstreren van enkele met MLS toe te passen interceptprocedures. Deze nieuwe procedures hebben als potentiële voordelen de mogelijke reductie van de geluidsbelasting op de grond en de reductie van het noodzakelijke radiotelefonieverkeer tussen ATC en het vliegtuig. De onderzoeken zijn uitgevoerd in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst, de British Civil Aviation Authority, het Britse Ministry of Defence, de US Federal Aviation Authority en de Duitse Bundesanstalt für Flugsicherung. Gebruik werd gemaakt van Canadese apparatuur. Testvliegers van alle deelnemende organisaties namen aan de proeven deel; de reacties van de vliegers waren zeer positief.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst en de Amerikaanse FAA werd met behulp van de Vluchtnabootser het onderzoek voortgezet dat tot doel heeft de bruikbaarheid van het Microwave Landing System (MLS) aan te tonen voor het uitvoeren van gekromde naderings- en vertrekvluchten. Dit onderzoek omvatte:

- het in een 'wide body' geprogrammeerde Vluchtnabootser uitvoeren van gekromde naderings- en vertrekvluchten die uit het oogpunt van luchtverkeersleiding aantrekkelijk zijn;
- het uit deze vluchten verkrijgen van meetgegevens ten aanzien van vliegerprestaties en -acceptatie;
- het vaststellen van het vermogen van de bemanning om verborgen storingen op te sporen en hierop te reageren;
- het verkrijgen van meetgegevens ten aanzien van vliegerprestaties en -acceptatie ingeval van het optreden van storingen in navigatie- en geleidingshulpmidelen;
- het evalueren van de vliegerprestaties in het geval dat er een motor uitvalt tijdens een complexe (gekromde) naderingsvlucht.

TOPMS (Take-Off Performance Monitoring System)

In opdracht van het NIVR werd onderzoek verricht naar een Take-Off Performance Monitoring System (TOPMS). Dit systeem zal de vliegers zodanig moeten informeren omtrent het verloop van de start dat zij ingeval van een motorstoring sneller de juiste beslissing kunnen nemen om de start voort te zetten dan wel af te breken. Algoritmen werden ontwikkeld die tijdens de aanloop het verdere verloop van de start kunnen voorspellen. Een begin werd gemaakt met het evalueren van deze algoritmen met behulp van vluchtgegevens en met de ontwikkeling van een display waarmee de vlieger(s) op overzichtelijke wijze van informatie kunnen worden voorzien.

Windshear-meteorologie

In het kader van een Masterplan op het gebied van windshear, waaraan door de RLD, het NIVR, het KNMI en de KLM steun wordt verleend, werd een aantal windshearmodellen ontwikkeld voor toepassing bij de Vluchtnabootser. Het Masterplan voorziet, naast de ontwikkeling van windshearmodellen, onder meer in het ontwikkelen van verbeterde algoritmen voor vluchtgeleiding tijdens/door windshear, de modellering van nieuwe windshear-detectiesystemen en de beproeving van nieuwe concepten, en in het onderzoeken van diverse interacties in de cockpit tussen vliegers, displays, ATC-procedures en windshear-detectiesystemen.

Nationale Simulatie Faciliteit (NSF)

Met de CODEMA (Commissie Ontwikkeling DEFensie MATERieel) is overleg gevoerd over het realiseren van een Nationale Simulatie Faciliteit (NSF) voor research- en ontwikkelingswerkzaamheden. De NSF zal worden ingezet voor onderzoek naar onder andere vliegeigenschappen, stuurhutinstrumentatie, vliegerwerkbelasting en integrale avionicasystemen van militaire vliegtuigen en helikopters. In opdracht van de CODEMA werd begonnen met het uitvoeren van een Pre-feasibility studie (fase 0), waarin diverse aspecten van zowel de ontwikkeling als de exploitatie van de NSF zullen worden onderzocht.

In vervolg hierop werden besprekingen met industrieën begonnen over deelneming in het project. In eerste instantie zijn de industrieën benaderd die zich verenigd hebben in het NISP (Nederlands Industriële Simulatie Platform).

Afronding van de Pre-feasibility studie wordt verwacht medio 1991.



Soldaat met VLAST trainingshulpmiddel

Stinger trainingshulpmiddel

Ten behoeve van de Koninklijke luchtmacht werd een hulpmiddel voor het trainen van Stinger-schutters ontwikkeld. Dit hulpmiddel (VLAST; Video based Live-Aircraft Stinger Trainer) legt het gedrag van de Stinger en de handelingen van de gebruiker vast met behulp van video-apparatuur. De VLAST is bedoeld voor gebruik tijdens oefeningen in het veld.

Integrated Combat Training

Ondersteuning werd verleend aan de Koninklijke luchtmacht tijdens de oefeningen TACPOL en INTERPOL, onderdelen van de Integrated Combat Training (ICT). Deze ondersteuning omvatte het geven van assistentie bij de organisatie en voorbereiding van de oefeningen, het geven van briefings en het evalueren van de gevlogen missies. Ook verzorgde het NLR de analyse van de resultaten van de oefeningen en de eindrapportage.

Milieubelasting door vliegtuiggebruik

Milieu-effecten

Te zamen met TNO-Defensieonderzoek wordt een studie uitgevoerd naar de milieu-effecten van militaire oefeningen en naar de mogelijkheden deze effecten te verminderen.

Berekening van geluidsbelasting

Voor een groot aantal luchtvaartterreinen werd de geluidsbelasting bepaald voor zowel actuele als voor in de toekomst te verwachten situaties. Voor de luchthaven Schiphol werd, in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst, de NV Luchthaven Schiphol en de KLM, voor een groot aantal scenario's de geluidsbelasting onderzocht.

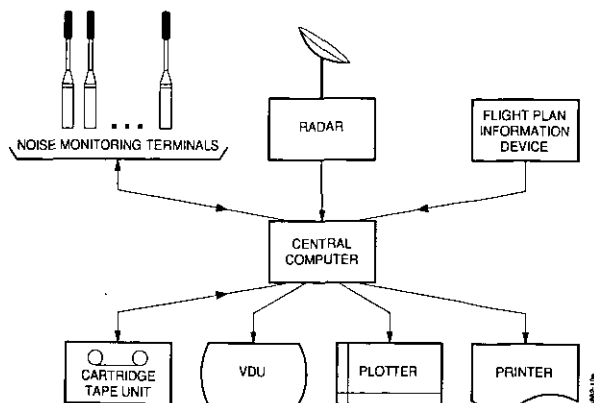
Meting en controle

Voor het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer werd het beheer verzorgd van de geluidmeetnetten in de nabijheid van de vliegbases Geilenkirchen en Brüggen.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd een omvangrijk vliegbaan- en geluidbewakingssysteem (FANOMOS) nabij de luchthaven van Maastricht gerealiseerd.

Berekening luchtverontreiniging

Onderzoek werd uitgevoerd naar de emissie van uitlaatgassen door motoren van B737- en B747-vliegtuigen tijdens diverse stadia van de vlucht.



Schema van het FANOMOS-systeem voor het bewaken van vliegbanen en het meten en registreren van vliegtuigeluid.

3.3 Constructies en Materialen

Werkzaamheden aan vliegtuigprojecten

Aan het eind van 1990 werd een mijlpaal bereikt bij de vermoeiingsproef op de stabilo/kielvlak-combinatie van de Fokker 100: er waren 180.000 vluchten gesimuleerd, met een conservatief belastingspectrum. De economische levensduur van het Fokker 100-vliegtuig wordt geschat op 30 jaar à 3.000 vluchten; in de proef wordt rekening gehouden met een spreidingsfactor 2.

Tijdens de proef is een aantal natuurlijke scheuren opgetreden. Deze zijn gerepareerd, waarbij soms een plaatselijke wijziging in de constructie werd aangebracht. Daarnaast werden, om de schadetolerantie van de constructie te onderzoeken, na 90.000 testvluchten op een aantal plaatsen in de constructie kunstmatige scheuren aangebracht door middel van zaagsneden. Nadat hieruit voldoende scheurgroei-informatie was verkregen zijn ook deze scheuren gerepareerd.

De proef heeft ten aanzien van het stabilo voldoende informatie opgeleverd. De levensduur en de schadetolerantie van het stabilo-ophangbeslag wordt nog nader onderzocht, met een belastingspectrum dat speciaal is afgestemd op onderzoek van dit constructie-element. Hierbij spelen de belastingen die optreden bij het gebruik van de straalomkeerders na de landing van het vliegtuig een belangrijke rol. Deze belastingen zijn tot nu toe buiten beschouwing gelaten, en om ze bij de voortzetting van de proef te kunnen aanbrengen zal de proefopstelling worden omgebouwd. Het is de bedoeling de beproeving daarna gedurende nog tweemaal 70.000 testvluchten voort te zetten: eerst zonder en daarna met kunstmatig aangebrachte schade in het stabilo-ophangbeslag.

Belastingen op vliegtuigen

In opdracht van het NIVR werden berekeningen uitgevoerd van vliegtuigbelastingen ten gevolge van tweedimensionale remous. Dit onderzoek is er op gericht een kwantitatief inzicht te verkrijgen in de invloed van het meerdimensionale karakter van atmosferische turbulentie op vliegtuigbelastingen.

In opdracht van de Koninklijke luchtmacht wordt een studie uitgevoerd naar de bepaling van remousbelasting op hefschroefvliegtuigen, en van de parameters die de grootte van de remousresponsie bepalen.

In internationaal verband voorgestelde nieuwe ontwerpcriteria met betrekking tot remous werden in opdracht van de RLD geëvalueerd.

In opdracht van de Koninklijke luchtmacht wordt een levensduurbewaking verzorgd voor de gehele F-16-vloot. Steekproefsgewijs uitgevoerde metingen in de vlucht worden daarbij aangevuld met vluchtgegevens die worden genoteerd op standaardformulieren.

Voor een aantal typen vliegtuigen en helikopters van de KM wordt de gebruiksbewaking verzorgd die gebaseerd is op verstrekte gegevens van elk vliegtuig en iedere vlucht. Een soortgelijk bewakingssysteem werd ontwikkeld voor een buitenlandse militaire opdrachtgever.

Voor de bewaking van het gebruik van de motoren van een marine-helikopter werd een "Cyclic life control"-systeem geïmplementeerd, dat tot beduidende besparing van de onderhoudskosten kan leiden.

Dynamisch gedrag van constructies

Medewerkers van de hoofdafdelingen Constructies en Materialen, Ruimtevaart en Informatica werkten gezamenlijk aan een onderzoek van algoritmen waarmee het gedrag van vervormbare, gestuurde manipulator-armen in "real time" kan worden gesimuleerd. Een algoritme wordt nader getest.

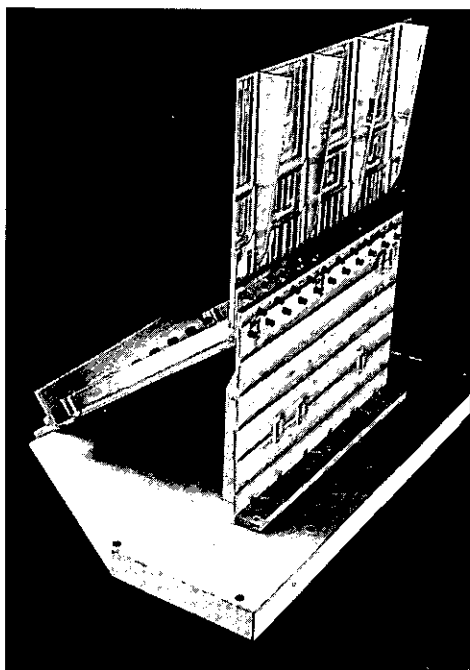
In samenwerking met Fokker werd het werk in GARTEUR-verband (SM AG-11) aan de ontwikkeling van lokalisatie- en update-methoden voortgezet. Met deze

methoden wordt beoogd berekeningsmodellen te verbeteren met behulp van resultaten van metingen. Onder meer werd onderzocht, hoe de waarden van de constructie-parameters die in een berekeningsmodel worden gebruikt, kunnen worden aangepast door gebruik te maken van sensitivity- en optimaliseringstechnieken. Toepassing van deze technieken was succesvol voor enkele testgevallen, die in samenwerking met andere laboratoria werden gekozen.

Het dynamisch gedrag van constructies werd geanalyseerd ten behoeve van diverse opdrachten die betrekking hadden op windtunnelmodellen, verkeersbruggen en vliegtuigonderstellen.

Sterkte en stijfheid van constructies

De ontwikkeling van modules voor het analyseren van het knik- en na-knik-gedrag in het B2000-programmasysteem werd afgerond. De formulering van een berekeningsmethode voor grote rotaties en de implementatie van schaalementen die grote rotaties goed kunnen volgen, zijn gereed gekomen, evenals de documentatie voor het gebruik van B2000 en van de ontwikkelde knik- en na-knik-modules.



Proefstuk gebruikt bij een sterkteproef voor de ontwikkeling van de motorondersteuning van de Ariane 5.

Composieten

Bij het ontwerpen van vliegtuigconstructies van composieten is het aantal parameters dermate groot dat het toepassen van optimaliserings-algoritmen van groot belang is. Een computerprogramma voor het optimaliseren van verstijfde panelen is gereed gekomen voor evaluatie bij Fokker. In samenwerking met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft werd begonnen met de ontwikkeling van een optimaliseringsprogramma waarmee grotere vliegtuigconstructies kunnen worden ontworpen. De interactie met andere disciplines die bij het voorontwerp een rol spelen, zoals aërodynamica en aëro-elasticiteit, wordt daarbij ook in beschouwing genomen.

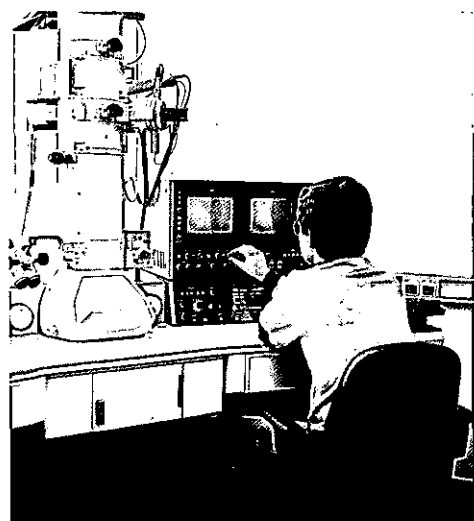
Tijdens de levensduur van een vliegtuig kunnen belastingen voorkomen die zo groot zijn dat, ter beperking van het constructiegewicht, in bepaalde delen van

het vliegtuig plooiën moeten worden toegelaten. Om te onderzoeken of dit concept ook toepasbaar is op constructiedelen die zijn vervaardigd van composieten werd een studie uitgevoerd naar de "postbuckling"-eigenschappen van hoedverstijfde panelen van met koolstofvezel versterkt materiaal.

Daarbij werden panelen ontworpen, gefabriceerd en beproefd, waarbij het vervormingsgedrag onder belasting, met inbegrip van het plooiëgedrag, wordt gemeten. Met de computerprogramma's STAGS en B2000 werden eindige-elementenberekeningen gemaakt om dit vervormingsgedrag te voorspellen.

Bij het ontwerpen van helikopters zullen in de toekomst twee nieuwe aspecten een rol spelen: composieten zullen op grote schaal worden toegepast en er moet worden voldaan aan strenge "crashworthiness"-eisen. Veel ongelukken met helikopters zijn voor de inzittenden overleefbaar indien de constructie voldoende energie kan absorberen. Dit vergt speciale maatregelen in het geval van constructies die worden gemaakt van vezelversterkte composieten. Aan de hand van het ontwerpen, fabriceren en beproeven van specifieke componenten voor de bodemconstructie wordt ervaring opgedaan met de voor helikopters toegepaste specifieke ontwerpmethoden.

Nieuwe Elektronenmicroscopie die tot 1 miljoen maal kan vergroten, en waarmee tevens preparaten kunnen worden gescand. Het microscoop wordt voornamelijk gebruikt voor onderzoek van de microstructuur van breukvlakken van metaallegeringen.



Schadegevoeligheid en scheurgroei

Een in opdracht van het NIVR uitgevoerd onderzoek naar vermoeiingsscheurgroei in dun plaatmateriaal werd afgesloten. Het onderzoek naar de toepasbaarheid van de daarbij ontwikkelde modellen op scheurgroei in verstijfde plaatconstructies werd voortgezet. Theoretisch onderzoek naar de formulering en toepassing van een incrementele scheurgroeiwet werd gericht op een beschrijving van het gedrag bij relatief lage en hoge scheurgroeisnelheden en op de bepaling van de materiaalparameters die hierbij een rol spelen.

In het CRACKS 2000-rekenprogramma werden plot-opties ingebouwd en werd de beschrijving van scheurgroei bij lage snelheden verbeterd. Het programmapakket werd toegepast in een AGARD-studie betreffende de voorspelling van vermoeiingsscheurgroei in motormaterialen.

In verband met het zogenaamde "Ageing Aircraft"-probleem werd in opdracht van de RLD onderzoek uitgevoerd naar het gevaar van "Multiple Site Damage" in rompnaden.

Aangetoond werd, dat het zogenaamde "proof testing" geen bruikbaar alternatief voor inspectie kan bieden. Wel kan het regelmatig aanbrengen van een overbelasting op de constructie de vereiste inspectieperiode aanzienlijk verlengen.

Materiaaleigenschappen

Aluminiumlegeringen

Een onderzoek van de eigenschappen van moderne Al-Li (aluminium-lithium)-legeringen werd voortgezet in het kader van een GARTEUR-samenwerking (SM AG-07). Op grond van de resultaten van fractografisch en metallografisch onderzoek kon een verklaring worden gegeven voor de hogere vermoeiingsscheurgroeisnelheid onder vluchtsimulatiebelasting van Al-Li-legeringen in vergelijking met een conventionele aluminiumlegering (2024-T3). Een onderzoek werd begonnen naar de reststerkte van verstijfde panelen van Al-Li-legeringen en 2024-T3.

Met het BRITE/EURAM-programma "Damage tolerant Aluminium-Lithium alloys" werd begonnen. Het onderzoek bij het NLR richt zich op reststerkte, vermoeiingsscheurgroei onder vluchtsimulatiebelasting, en corrosiegedrag in dunne plaat.

De werkzaamheden in het kader van een BRITE/EURAM-programma op het

gebied van "squeeze castings" (hoogwaardige gietstukken) van de aluminiumlegeringen 201 en 7050 werden voortgezet met het uitvoeren van vermoeiingslevensduurproeven.

De resultaten van langdurige buitenexpositie-proeven op conventionele aluminiumlegeringen en op aluminium-lithiumlegeringen werden vergeleken met die van versnelde beproeving in het laboratorium. Met deze buitenexpositie-proeven wordt de gevoeligheid voor corrosie en spanningscorrosie bepaald onder omstandigheden die het operationele milieu van vliegtuigen benaderen.

Vezelversterkte laminaten

In samenwerking met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft en met Fokker Aircraft B.V. wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling van ARALL (Aramid Aluminium Laminate). Naast het schade-tolerantie-onderzoek wordt een studie gemaakt van de toepasbaarheid van ARALL als constructiemateriaal voor de romphuid van vliegtuigen. Daarbij werd met succes gebruik gemaakt van het biaxiale vermoeiingsproefstuk met belastinginleiding door middel van vezelversterkte gelijmde hulpstukken. In opdracht van de RLD werden vermoeiingsproeven uitgevoerd op representatieve constructiedetails die uit ARALL waren vervaardigd, in een gesimuleerde omgeving die qua vochtigheid en temperatuur als ongunstig moet worden beschouwd.

Composieten

De weerstand van nieuwe composieten tegen inslagschade werd bepaald door het meten van druksterkte na het toebrengen van inslagschade bij lage snelheid. Schadegroei in composietlaminaten bestemd voor primaire constructiedelen werd bestudeerd aan de hand van vermoeiingsproeven onder vluchtsimulatiebelasting en constante-amplitudebelasting.

In het kader van het IEPG-programma TA 21 werd met behulp van thermische-analyse-apparatuur onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de chemische samenstelling op het uithardingsgedrag van epoxyhars.

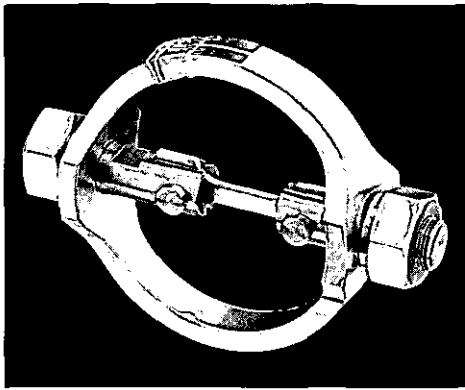
Het onderzoek aan vezelversterkte composieten met een thermoplastische matrix richt zich vooral op PEEK-materiaal. In het kader van een NIVR-opdracht werd onderzoek uitgevoerd naar het effect van de afkoelsnelheid op de fysische en mechanische eigenschappen van dit materiaal. Daarnaast werd een methode voor het maken van onderdelen uit deze composieten geëvalueerd.

Hoge-temperatuurmaterialen

Gewerkt wordt aan de levensduurverlenging van loopschoepen van gasturbines. De microstructuur van deze schoepen, uit de gegoten Ni-basis legering IN-738, verslechtert tijdens het gebruik. Verschillende warmtebehandelingen worden aangeboden door de industrie als reparatie-optie. De invloed van deze warmtebehandelingen op de microstructuur van IN-738 werd onderzocht.

Een onderzoek naar het scheurgroeigedrag van titaanlegeringen die worden toegepast in fan- en compressorwielen van gasturbines werd voortgezet. Met behulp van een digitaal beeldmeetsysteem werd een microstructuuronderzoek uitgevoerd. Ook werd begonnen met een fractografisch onderzoek.

Voor een tweetal fabrikanten werden eigenschappen van door hen ontwikkelde compressor-coatings bepaald. In het kader van het BRITE/EURAM-programma Advanced Erosion Resistant Coatings for Gas Turbine Compressors wordt de invloed van diverse "sandwich" coatings op de vermoeiingseigenschappen van het titanium basismateriaal bepaald.



Belastingsring voor onderzoek van spanningscorrosie.

Op diverse titaniumnitride compressorcoatings werden erosieproeven uitgevoerd.

Corrosie en spanningscorrosie, erosie

In het kader van het onderzoek naar corrosie-preventie van vliegtuigconstructies werd een aantal verfsystemen geëvalueerd voor wat betreft de lage-temperatuurflexibiliteit en de preventieve werking, met behulp van versnelde corrosieproeven.

Schadeonderzoek

In 1990 werd veel schadeonderzoek uitgevoerd aan componenten van gasturbines, zowel van vliegtuigen als van installaties op de grond.

3.4 Ruimtevaart

Standregeling van satellieten

De werkzaamheden voor de ISO-satelliet (Infrared Astronomical Observatory) werden in opdracht van de European Space Agency (ESA) en Fokker Space & Systems (FSS) voortgezet. De software van de "Test and Simulation Assembly" (ISO-TSA) voor het Attitude and Orbit Control System (AOCS) werd aangepast en uitgebreid. De TSA werd aan FSS afgeleverd. Latere aanpassingen betroffen verbeteringen naar aanleiding van gebruikerservaringen en aanpassingen aan een nieuwe versie van de interface-specificaties van het Modular Attitude Control System (MACS). Onderdelen van de sensor-elektronica van de ISO werden, in opdracht de Stichting Ruimte Onderzoek Nederland (SRON) in de ruimtekamer van het NLR beproefd.

FSS is hoofdaannemer voor het standregelsysteem van de Italiaanse Röntgensatelliet SAX. De bijdragen van het NLR hierin betreffen:

- het ontwikkelen van de applicatie-software voor het standregelsysteem;
- het integreren en testen van de software in een functioneel model van de AOCS-boordcomputer uitgerust met basic software ("operating system");
- het ontwikkelen van de "Test and Simulation Assembly" (TSA) voor deze tests, gebruik makend van de G&C laboratoriumcomputer.

De werkzaamheden zijn in 1990 begonnen en zullen ca. twee jaar duren. Ze worden uitgevoerd in samenwerking met de Zwitserse firma Adelsy, welke een onderdeel van het z.g. "Front-End" van de TSA ontwikkelt.

Warmtehuishouding

In opdracht van de ESA werd begonnen met de voorbereiding van een experiment met een twee-fasen warmtetransportsysteem dat zal worden uitgevoerd in een z.g. "Get Away Special", een kleine container die zal meevliegen met een vlucht van een Space Shuttle. Het systeem bestaat uit een "Ammonia capillary pumped two-phase loop", waarvan het gedrag bij micro-zwaartekrachtomstandigheden zal worden bestudeerd. In dit experiment worden de door het NLR ontwikkelde kwaliteitssensoren toegepast. Aan het experiment nemen ook FSS, Bradford Engineering, Stork Product Engineering en de Belgische firma SABCA deel. Tot de taken van het NLR behoren de thermische modellering, de missieplanning, het elektronika-ontwerp, de software, de systeemtests en de projectleiding. Fase 1, de definitie van het experiment, kwam gereed; met fase 2, het ontwerp, werd begonnen.

De bovengenoemde door het NLR ontwikkelde sensor voor het meten van de damp-vloeistofverhouding (kwaliteit) van een twee-fasenstroming zal worden gefa-

briceerd door de firma Bradford Engineering (BE). Onderzoek werd verricht naar materialen welke geschikt zijn voor een NH_3 (ammoniak) twee-fasenstroming, aangezien de thans gebruikte materialen door ammoniak worden aangetast.

Het onderzoek naar de werking van twee-fasencomponenten en naar de modellering hiervan werd, gedeeltelijk in opdracht van het NIVR, voortgezet.

Micro-zwaartekrachttechnologie

In opdracht van het NIVR werd het onderzoek naar de mogelijkheden van een kleine vrij-vliegende satelliet voor dynamisch onderzoek, de Wet Satellite, voortgezet. De dynamica van deze satelliet zal met behulp van versnellingsmeters worden gemeten, waarna met behulp van de Euler-vergelijkingen de inwendige krachten en momenten zullen worden berekend. In samenwerking met FSS en SSC (Zweden) werden in opdracht van de ESA voorbereidingen getroffen voor de bouw van een Wet Satellite-Model (WSM), dat eind 1991 met een sondeerraket zal worden gelanceerd. Gedurende de vrije val van ongeveer zeven minuten zullen de krachten en momenten die door de vloeistof in de tank worden uitgeoefend door middel van een telemetriesysteem naar het grondstation worden doorgegeven. Het model zelf gaat bij terugkeer in de dampkring verloren.

In opdracht van het NIVR werd het Programmeerbare Optisch-Diagnostisch Instrument (PODI) geschikt gemaakt voor afstandsbediening om dienst te doen als proefexperiment in het telescience-experiment van ESA. Voor de bediening, de beeldacquisitie en de beeldbewerking werd een computeropstelling met een werkstation geïnstalleerd. De tele-operatoreenheid en PODI (TelePODI) werden ingebouwd in de Spacelab mock-up en geïntegreerd in het "Telescience Test Bed" bij ESTEC.

In opdracht van de ESA werd voor de "High Temperature Facility Technology"-studie een proefopstelling van een "Particle Image Velocimeter" vervaardigd, en geïnstalleerd bij Dornier. Hiermee kunnen stroomsnelheden in verbrandingsprocessen uit fotografische opnamen worden afgeleid.

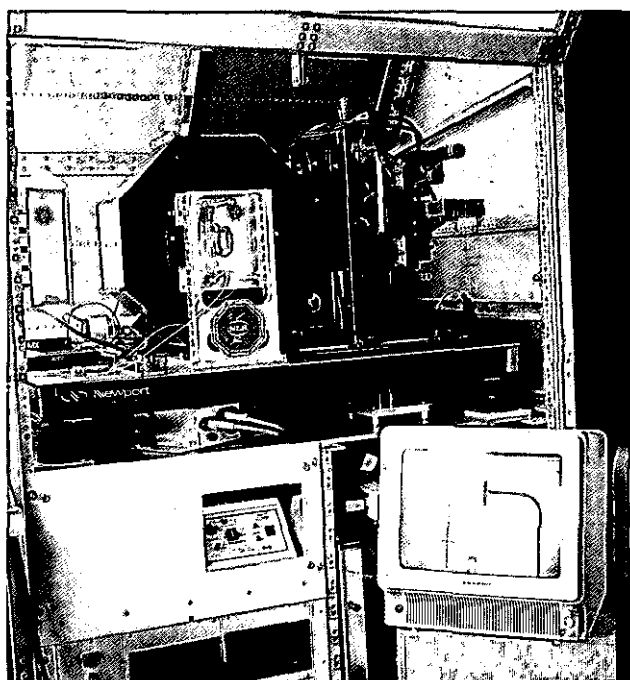
De voorstudie voor een "Mini Fluid Science Laboratory" (MFSL) werd in opdracht van de ESA voortgezet. Bij micro-zwaartekracht spelen capillaire krachten een grote rol. In de MFSL zal dit op aarde worden nagebootst door de afmetingen van de testruimten te verkleinen. Drie experimenten werden gekozen, aan de hand waarvan een voorontwerp van de MFSL werd ingediend.

Onderzoek werd verricht naar geavanceerde technieken voor het zichtbaar maken van stromingsvelden. Een nieuwe schlierentechniek werd ontworpen.

In opdracht van de ESA werd assistentie verleend aan Aeritalia en Dornier bij de ontwikkeling van de "Bubble Drops and Particle Unit", een instrument waarmee in Spacelab onderzoek zal worden gedaan naar de meng-eigenschappen van vloeistoffen. De bijdrage van het NLR betreft methoden voor optische diagnostieken.

Telescience

In opdracht van de ESA en het NIVR werd een "Telescience" pilot-experiment uitgevoerd. Telescience, wetenschap op afstand, betreft experimenten bij micro-zwaartekracht in bemande of onbemande ruimtevoertuigen, welke door de wetenschapper op de grond worden begeleid of gestuurd. Het TelePODI-systeem werd hiertoe geïntegreerd in een telescience simulator die is ontwikkeld door HCS Industrial Automation, welk bedrijf ook de mens-machine-interface aan de gebruikerskant van de opstelling ontwikkelde. De werking werd gedemonstreerd op de COSPAR-tentoonstelling in Den Haag. Daarna werd TelePODI geïntegreerd in het "Telescience Test Bed" van ESTEC in Noordwijk. Experimenten werden uitgevoerd in samenwerking met Dornier, waarbij TelePODI werd bediend vanuit het NLR in



TelePODI, het Programmeerbare Optisch-Diagnostisch Instrument geschikt gemaakt voor tele-operatie, geïntegreerd in het Telescience Test Bed bij ESTEC.

de Noordoostpolder, eerst via een aards netwerk en daarna via een verbinding met de communicatiesatelliet Olympus.

Ondersteuning Columbus-gebruikers

In opdracht van de ESA werd de deelname aan de definitie-studie voor een "User Support Organisation" (USO) voortgezet. De USO heeft tot doel toekomstige gebruikers van Columbus te ondersteunen, zowel tijdens de voorbereiding als tijdens de uitvoering van hun onderzoek of activiteit. Specifieke onderwerpen van de studie zijn: de "interface" tussen de USO en de Columbus grond-infrastructuur (commandocentrum, verbindingssatellieten etc.), de communicatie tussen de gebruiker en zijn experiment en de toewijzing van "resources" aan boord (stroomverbruik, dataopslag, astronautentijd etc). De studie kan uiteindelijk resulteren in de oprichting van een aantal "User Support Centres", mogelijk ook in Nederland. Een vereenvoudigde versie van een Nederlands User Support Centre werd gedemonstreerd op de COSPAR-tentoonstelling in Den Haag, in samenwerking met HCS Industrial Automation, Computer Assisted Televideo Benelux, Centrum voor Constructie en Mechatronica (CCM) en BSO Aerospace.

Ruimte-robotica

De werkzaamheden aan het prototype van de EUROSIM-simulator voor ESTEC werden beëindigd. In het vervolgproject, EUROSIM-harmonisatie, zal het NLR als consultant optreden.

Voorstellen werden ingediend voor vervolgwerkzaamheden in het EPOS-project van de ESA en de DLR.

In samenwerking met de Belgische firma's SABENA Technics (hoofdaannemer) en FABRICOM en met HCS wordt voor de ESA een studie uitgevoerd naar de vereiste training van de piloten van de toekomstige ruimtependel Hermes in het bedienen van de Hermes Robot Arm (HERA), en naar het vaststellen en specificeren van de faciliteiten die hiervoor nodig zijn. Fase 1 werd afgerond. In deze fase werd het trainingsconcept gedefinieerd en het trainingsprogramma vastgesteld, en werd een eerste inventarisatie uitgevoerd van mogelijke faciliteiten. Begonnen werd met fase 2, waarin een analyse wordt gemaakt van de bestaande faciliteiten en waarin een plan wordt opgesteld voor de realisatie van het trainingsconcept.

Als voorbereiding voor de HSF Real Time simulatie-faciliteit (HSF-RT) werd in opdracht van het NIVR onderzoek verricht naar recursieve algoritmen voor de bewegingssimulatie van flexibele satellieten. Een algoritme werd ontwikkeld voor elastisch vervormbare meer-lichamensystemen, waarmee de dynamica van flexibele ruimtemanipulators zoals HERA kan worden gesimuleerd.

Een studie naar efficiënte numerieke integratiemethoden werd afgerond met een aantal simulaties met het programma SMARTFLEX op de NEC SX-2 computer. Het ligt in de bedoeling bij de verdere ontwikkeling van simulatiemodellen voor robotica-toepassingen gebruik te maken van de ontwikkelomgeving ISMuS, die is geïnstalleerd op de centrale Cyber computer.

Daarnaast werd aandacht besteed aan robots, manipulators en automatisering in de ruimtevaart, zoals het "Equipment Manipulation And Transportation System" (EMATS) van de ESA. Een studie werd verricht naar concepten voor de besturing en regeling van complexe geautomatiseerde systemen, die voorzien worden voor de toekomstige Europese in-orbit infrastructuur. In een gezamenlijke studie door het NLR, FSS, SPE en HCS werd een voorstel opgesteld voor een demonstratiesysteem ARMADA, waarmee interne automatiserings- en robotica-

aspecten kunnen worden getest, gedemonstreerd en gespecificeerd. Het onderzoek zal zich in eerste instantie richten op een geautomatiseerd systeem voor het bedienen van micro-zwaartekrachtexperimenten.

Remote sensing

Gegevensverwerking

In opdracht van de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS) werd onderzoek verricht naar de relatie tussen de waargenomen optische remote-sensing beelden en de eigenschappen van de objecten op het aardoppervlak en van de atmosfeer, met behulp van stralings-interactiemodellen. Samen met het ingenieursbureau EARS en het bosbouwinstituut De Dorschkamp is nagegaan of veranderingen in de toestand van de Nederlandse bossen met behulp van satellietbeelden kunnen worden vastgelegd. In samenwerking met de Rijksgeologische Dienst werd onderzoek verricht naar de mobiliteit van zandplaten in de Waddenzee, aan de hand van Landsatbeelden welke zijn opgenomen tussen 1975 en 1990. In opdracht van het Joint Research Centre van de EG werd, in samenwerking met DHV, onderzocht of weerbeelden van de NOAA-satellieten kunnen worden gebruikt voor gewasbewaking en oogstvoorspelling.

Voor de Dienst Binnenwateren van Rijkswaterstaat werd onderzocht of satellietbeelden kunnen worden gebruikt om met behulp van een grondgebruiksclassificatie inzicht te krijgen in de waterafvoer en waterstanden in rivieren.

Voor het Joint Research Centre van de EG werd een systeemdefinitie-studie uitgevoerd met betrekking tot het "Advanced Agricultural Information System". Dit systeem moet in de toekomst informatie vergaren voor de Europese landbouwstatistiek met behulp van remote-sensing technieken.

De Voedsel- en Landbouworganisatie van de VN (FAO) bestudeert de mogelijkheid een informatiesysteem te realiseren voor het wereldwijd bewaken van ontbossing. Een van de gegevensbronnen zou remote sensing kunnen zijn. Samen met de FAO en de Landbouw Universiteit Wageningen werd een eerste verkenning uitgevoerd, en werd bij de BCRS een voorstel ingediend voor een haalbaarheidsonderzoek naar toepassing van remote sensing.

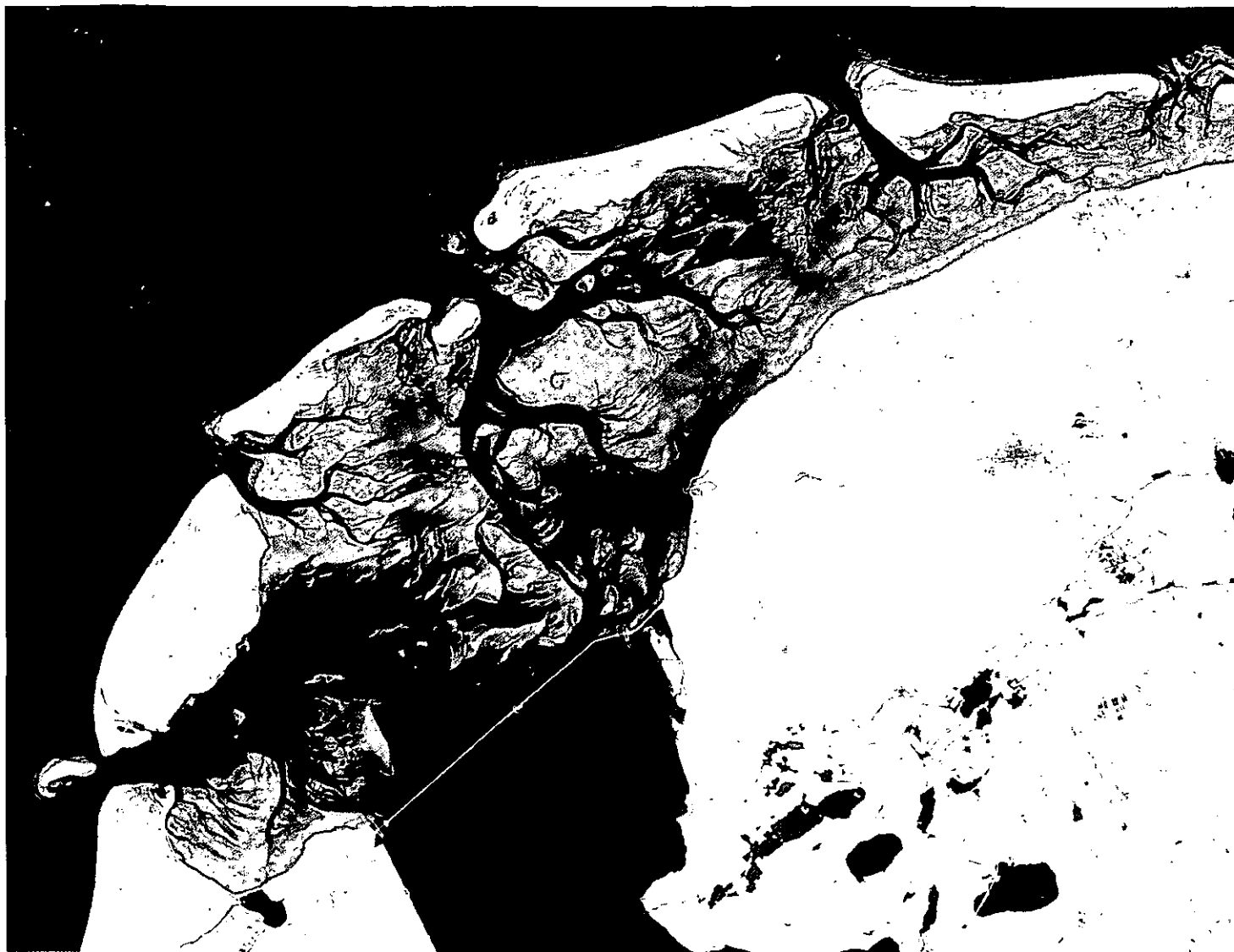
Onderzoek werd verricht naar een expertsysteem voor de classificatie van wolken in METEOSAT-beelden.

Voor de verwerking van aardobservatiebeelden werd het RESEDA-systeem gebruikt door onderzoekers van diverse instellingen, gedeeltelijk in opdracht van de BCRS.

Het NLR trad ook dit jaar voor de ESA en Eurimage op als National Point of Contact (NPOC) voor de verspreiding van satellietgegevens afkomstig van Landsat-satellieten. Voor de Franse onderneming SPOT-Image worden de beelden van de SPOT-satellieten binnen Nederland verspreid. In samenwerking met SPOT-Image werd in november 1990 een gebruikersconferentie georganiseerd.



In november 1990 werd in samenwerking met SPOT Image een Gebruikersconferentie georganiseerd.



Combinatie van Landsat-beelden ter bepaling van de mobiliteit van zandplaten in de Waddenzee.

SAR-gegevens

Het NLR is officieel aangewezen als het nationale centrum voor de ontvangst en verspreiding van "Fast Delivery" (FD)-gegevens van de Synthetic Aperture Radar (SAR) van de European Remote Sensing satellite (ERS-1). De "Real time Low Bit Rate" (LBR)-gegevens worden verzonden via het Global Telecommunication System en zullen derhalve door het KNMI worden verspreid. In opdracht van de BCRS is in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium een functioneel ontwerp opgesteld voor een informatiesysteem waarin de LBR/FD-gegevens tot gebruikersinformatie worden verwerkt.

Met het beschikbaar komen van data van PHARS, het prototype Phased Array Research System en in de toekomst van data van de ERS-1 en PHARUS (Phased Array Universal SAR) groeit de behoefte om dergelijke radargegevens bij het NLR te kunnen verwerken. De mogelijkheden hiertoe werden onderzocht. Overleg vindt plaats met het FEL-TNO, waar een research-processor wordt ontwikkeld.

PHARUS

De ontwikkeling van de Nederlandse polarimetrische "Phased Array Universal SAR" (PHARUS) werd in opdracht van het NIVR en in samenwerking met het Fysisch Electronisch Laboratorium van TNO en met de faculteit der Elektrotechniek (vakgroep Telecommunicatie en Tele-observatie Technologie) van de TU-Delft voortgezet. Het aandeel van het NLR betreft:

- de analyse van de fouten veroorzaakt door de vliegtuigbewegingen;
- een inventarisatie van de compensatie- en baanbepalingsmethoden;

Radarbeeld van de omgeving van Wassenaar, opgenomen vanuit het Metro II-laboratoriumvliegtuig met het Phased Array Research System (PHARS).

- een bijdrage in het ontwerp, de ontwikkeling en de bouw van het radarsysteem, met name het systeem voor de digitalisering en de registratie van de data;
- de nauwkeurige meting en berekening van de baan van het middelpunt van de radarantenne met behulp van een combinatie van meetinstrumenten;
- de integratie in het Metro II-laboratoriumvliegtuig.

Ter voorbereiding van de bouw van de PHARUS werd het prototype, het Phased Array Research System (PHARS), gebouwd. Met dit prototype, ingebouwd in een gondel onder de Metro II, werden twee proefvluchten gemaakt. De "Swath Width" van de PHARS is 7 km en de maximum reikwijdte ca. 13 km. De resolutie is ongeveer 6 m. De door het NLR gebouwde digitaliseringseenheid werkt met een (hoge) snelheid van 87.5 MHz. De gegevens worden voorlopig op Ampex HBR recorders opgenomen met een snelheid van 8,4 Mbit/sec.



CAESAR

In opdracht van de BCRS werden diverse studies uitgevoerd naar de toepassingsmogelijkheden van CAESAR (CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing). Onderzoek werd verricht naar de "dual-look" mode van CAESAR. Daarbij worden opnamen onder verschillende kijkhoeken (52° en 0°) met elkaar gecombineerd. Daarmee kan extra informatie worden verkregen, bijvoorbeeld van gewassen, omdat bladeren vaak een specifiek hoekafhankelijk reflectiegedrag vertonen. Ook is een meetvlucht met een speciale filterconfiguratie van CAESAR uitgevoerd om de bruikbaarheid daarvan voor waarneming van de vitaliteitsvermindering van het Nederlandse bos te onderzoeken. Een moeilijkheid bij de "dual-look" mode is het tijdsverschil van de beide opnamen dat ontstaat doordat de voorwaarts gerichte camera het proefgebied eerder waarneemt dan de verticaal gerichte camera. De opnamen moeten achteraf worden gecombineerd, wat moeilijk is als "paspunten" ontbreken, bijvoorbeeld boven zee. In samenwerking met de faculteit der Geodesie van de TU-Delft werd onderzoek verricht naar de toepassing van technieken voor automatische beeldcorrelatie. De invloed van de atmosfeer door het verschil in weglengte van de beide opnamen wordt gecompenseerd met een atmosfeermodel, naar analogie van het eerder ontwikkelde SAIL-model voor de correctie van satellietopnamen. Op voorstel van de Vrije Universiteit van Amsterdam en het NLR zijn door de

Technisch Fysische Dienst TNO-TU nieuwe filters vervaardigd voor de waarneming van de kwaliteit van de Nederlandse binnenwateren. Door de gemeten radiantie van het water te koppelen aan watermonstermetingen is het wellicht mogelijk de gevonden resultaten te extrapoleren naar andere binnenwateren van hetzelfde type, waardoor het aantal watermonsters drastisch kan worden vermindert. Met de filters is inmiddels een succesvolle proefvlucht uitgevoerd. De dual-look mode van CAESAR kan ook worden gebruikt om stereobeelden van het onderliggende terrein te maken waaruit hoogteverschillen kunnen worden afgeleid. Onderzoek werd verricht naar de vereiste geometrische correctie van de opgenomen beelden.

3.5 Toegepaste Informatica

Aan de CAE (Computer Aided Engineering)-infrastructuur voor de ontwikkeling en productie van programmatuur en aan die voor de ontwikkeling en productie van elektronica-componenten werd met kracht verder gewerkt. In projecten die voor nationale en internationale opdrachtgevers worden uitgevoerd, worden aan deze basishulpmiddelen steeds hogere eisen gesteld.

Open systemen

De ontwikkeling van het ISNaS-systeem, het informatiesysteem voor stromings-simulatie op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen, was in 1990 zover gevorderd dat het een operationeel systeem kan worden genoemd, waarmee de eindgebruiker de gewenste gegevens en programma's kan selecteren onafhankelijk van het onderliggende computerbedrijfssysteem. Het ISNEX-systeem, dat de executie van ISNaS-programmatuur verzorgt, werd ingebracht in ISNaS. Dit vormt de bijdrage van het Waterloopkundig Laboratorium in het ISNaS-project.

Enkele beschikbare NLR-systemen voor netwerkgeneratie en postprocessing werden in ISNaS geïmplementeerd. Ook werd aan ISNaS een "Help"-systeem gekoppeld, waarmee informatie over de beschikbare programmatuur kan worden opgevraagd.

Tevens werd in het ISNaS-project, in nauwe samenwerking met de Universiteit Twente, begonnen met de validatie van een nieuwe "flow-solver": een methode voor het simuleren van compressibele stromingen om enkelvoudige vleugelprofielen. Met deze validatie wordt de ontwikkeling afgesloten.

Daarnaast werd gewerkt aan de ontwikkeling van een soortgelijke methode voor profielen die bestaan uit meerdere elementen.

Aan ISNaS gerelateerde ontwikkelingen vonden plaats aan de Record Handler Interface Manager (RHIM), aan het Methodenbestandssysteem MEBAS, aan de dialoog-manager COLAS, en aan het visualisatiepakket VISU3D. Van het NLR-visualisatiepakket VISU3D, dat het gebruik van stromingsberekeningsprogrammatuur ondersteunt, werd het technisch ontwerp afgerond.

Bovendien werd een basispakket ontwikkeld en van de benodigde gebruikersdocumentatie voorzien. Het pakket werd vervolgens in het kader van het ISNaS-project geïnstalleerd bij Fokker, bij het Waterloopkundig Laboratorium, de Universiteit Twente en de Technische Universiteit Delft.

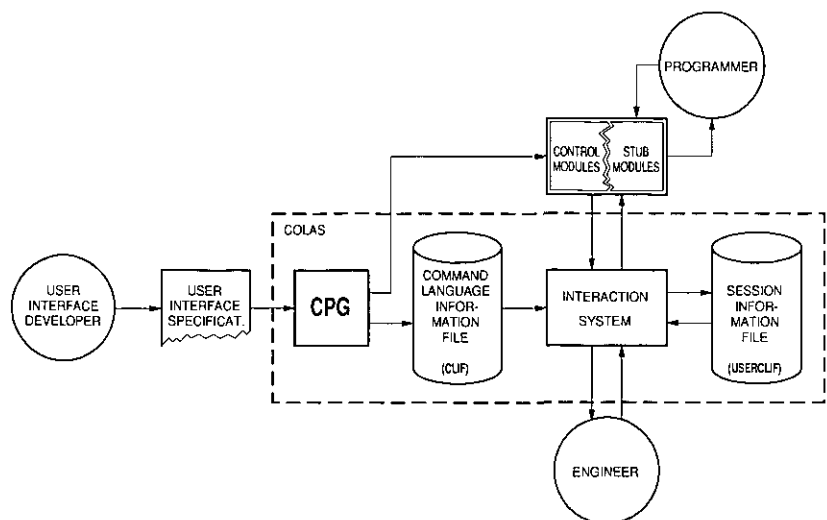
Begonnen werd met het ontwerpen en ontwikkelen van systemen voor data- en methodenbeheer te gebruiken in ISMuS, het NLR-systeem ter ondersteuning van de ontwikkeling van simulatiemodellen voor multibody-systemen zoals robotarmen. De eisen te stellen aan generieke modellen werden onderzocht.

Tevens werden de reeds in ISMuS aanwezige simulatiemodellen uitgebreid.

ISMuS is reeds in een aantal simulatiestudies met succes toegepast.

Verder vonden aan ISMuS gerelateerde ontwikkelingen plaats aan MIMOSE en aan diverse wiskundige technieken.

De bij het NLR ontwikkelde methode voor het digitaal simuleren van dynamische



De CPG-programmagenerator in COLAS waarmee prototypen van applicaties kunnen worden gegene-reerd, zodat de gebruikersinteractie vroegtijdig kan worden onderzocht.

systemen die door een combinatie van differentiaalvergelijkingen en algebraïsche vergelijkingen worden beschreven, werd verder onderworpen aan tests en vervolgens toegepast op een robotarm met flexibele gewrichten die in contact is of komt met een stijf oppervlak. Zowel de simulaties van blijvend contact ("constrained motion") als die van de overgang van vrije naar begrensde beweging (en omgekeerd) verliepen volgens verwachting.

In aansluiting hierop werd begonnen met het ontwikkelen van algoritmen voor het besturen van soortgelijke dynamische systemen.

Daarnaast werd de wiskundige modellering van flexibele multibodyssystemen bestudeerd. Een wiskundig model voor een flexibele robot met een beperkt aantal vrijheidsgraden werd analytisch en door simulaties geëvalueerd.

Aanbevelingen werden gedaan voor een aanpak die resulteert in een stabiel wiskundig model.

Op basis van een onderzoek aan de inverse kinematica en dynamica van een starre robot werd begonnen met het ontwerpen van een simulatiesysteem voor het definiëren van robottrajectoriën.

De resultaten van de bovenstaande onderzoeken zullen in ISMuS worden inge-past.

Wiskundige technieken

Om in de toekomst ook grotere stelsels vergelijkingen efficiënt te kunnen oplossen, is begonnen met het ontwikkelen van een geconjugeerde-gradiënten-methode met preconditionering op basis van domeindecompositie. Met deze iteratieve methode bleek voor een modelprobleem de beoogde convergentiesnelheid te kunnen worden gehaald. De resultaten van deze ontwikkelingen zullen, in samenwerking met sterktespecialisten, worden ingebracht in het B2000-systeem voor de analyse van constructies.

Voor het lucht- en ruimtevaartonderzoek wordt het toepassen van randintegraalvergelijkingen in rekenmethoden en het verder ontwikkelen van numerieke oplosmethoden voor deze vergelijkingen steeds belangrijker. Bij het NLR betreft dit de volgende onderzoeken:

- de dynamische analyse van zonnepanelen;
- de bepaling van radardoorsneden van vliegtuigen of vliegtuigonderdelen;
- de bepaling van spanningen rond scheurtippen in constructies.

De integraalvergelijkingen in deze onderzoeken lijken op elkaar en worden Fredholm-integraalvergelijkingen van de eerste soort met een hypersinguliere kern genoemd.

Als onderdeel van aërodynamische postprocessing t.b.v. Computational Fluid Dynamics werd gewerkt aan de bepaling en de diagnostiek van aërodynamische krachten en momenten op een verkeersvliegtuig. Het accent lag daarbij op de weerstand, zonder echter vooralsnog de invloed van voortstuwing daarop in rekening te brengen.

Reeds enkele jaren wordt de schattingstheorie toegepast bij het oplossen van diverse problemen in de lucht- en ruimtevaart. Toepassingen zijn: algoritmen voor de standregeling van satellieten, modellen voor de bedrijfszekerheid van programmatuur, navigatiealgoritmen voor het NAVSAT-satellietnavigatiesysteem, en berekeningen voor het botsingsrisico van vliegtuigen. Deze toepassingen werden onderzocht en in een overzicht samengevat. Tevens werd een algoritme ontwikkeld met behulp van schattingstheorie voor het combineren van gegevens uit diverse soorten "smart" navigatiesensoren.

Hulpmiddelen

De Record Handler Interface Manager (RHIM), waarmee grote, weinig gestructureerde datasets op een snelle, record-georiënteerde manier kunnen worden gelezen en geschreven, werd voor ISNaS gerealiseerd. RHIM is een aanvulling op de bestaande EDIPAS-faciliteiten voor beheer en analyse van technische gegevens; tussen een RHIM-file en een EDIPAS-database kunnen gegevens worden uitgewisseld.

RHIM is als "public-domain"-programmatuur beschikbaar gemaakt op de NEC-supercomputer, op het CYBER-mainframe en op de CYBER-910-werkstations van het NLR.

Het NLR-methodenbestandssysteem MEBAS werd voor gebruik bij ISNaS uitgebreid. Tevens werd MEBAS geconverteerd naar UNIX, zodat het nu ook op een computer van het Waterloopkundig Laboratorium (WL) beschikbaar is. Ten slotte werd de productieve versie van de Euler-gridgenerator EGRIDS ontworpen, geïmplementeerd, en ondergebracht in het methodenbestand MEBAS.

Het dialoog-managementsysteem COLAS werd aangepast om in interactieve toepassingen te kunnen overschakelen van commandogestuurde interactie naar "full-screen"-interactie.

Tevens werd de COLAS Program Generator (CPG) zo aangepast dat deze op verschillende computersystemen kan worden gebruikt. Met de CPG kan vanuit de gedefinieerde gebruikersdialoog een prototype van de applicatieprogrammatuur worden gegenereerd, zodat de gebruiker in een vroeg stadium van de ontwikkeling het gebruikersinterface kan beoordelen.

In het kader van het BRITE/EURAM-project EASNet werd gewerkt aan het visualisatiepakket EUROVIS. In samenwerking met CIRA, DLR, ONERA en RAE werd een conceptueel ontwerp gemaakt, met als demonstrator een te ontwikkelen "particle tracer". In EUROVIS zullen de door de deelnemende instituten zelf ontwikkelde pakketten (zoals VISU3D) moeten kunnen worden geïntegreerd.

Diverse NLR-simulatiehulpmiddelen werden uitgebreid en toegepast in projecten.

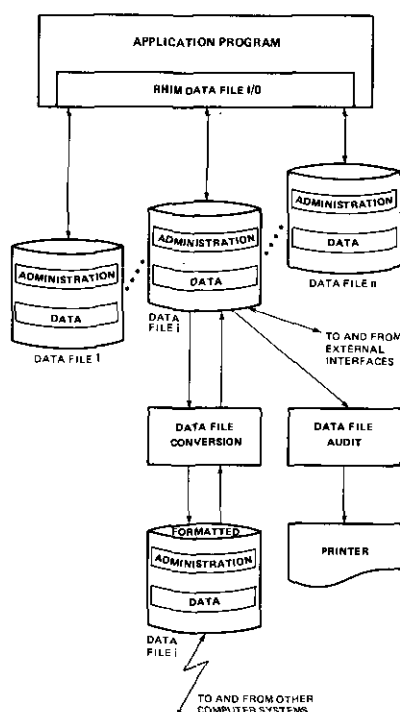
Het pakket MIMOSE voor het simuleren van cyclische, tijdgedreven processen werd uitgebreid en ingezet voor het ontwikkelen van simulatoren in ISMuS.

Het pakket PROMISE voor het simuleren van "event-driven" processen werd bij de RLD gebruikt voor onderzoek ten behoeve van RADNET: een Europees netwerk voor de verspreiding van radar- en vliegplangegevens. Het NLR verleende assistentie bij de implementatie van de modellen.

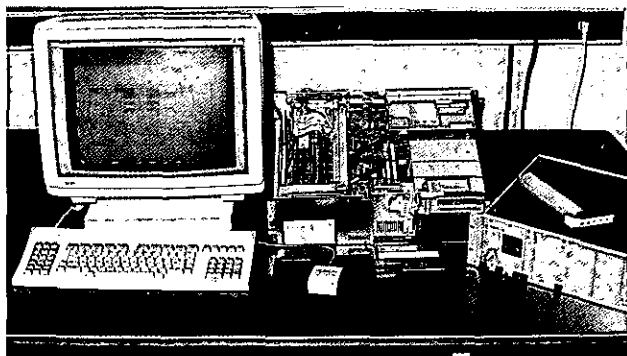
Kennissystemen

Het samenwerkingsproject met de TU-Delft betreffende het redeneren met onzekere en onvolledige kennis werd afgerond met de publikatie van twee proefschriften, handelende over "Redeneren met vage logica's", en over "Redeneren met onvolledige en onzekere kennis".

Overzicht van de Record Handler Interface Manager (RHIM) voor snelle record-georiënteerde invoer en uitvoer.



Het RASS-station voor de analyse van multi-radardata tijdens de integratie: een werkstation, een VME-bus interface voor de "real time"-invoer van data en de radioklok (rechts).



Met behulp van NEXT werd een "illustratie"-kennissysteem ontwikkeld waarmee een beeld kan worden gecreëerd hoe de ondersteuning van een onderzoeker /operator in een grondstation zou kunnen zijn bij het uitvoeren van experimenten in een ruimtelaboratorium. Dit systeem is onderdeel van TelePODI, een testopstelling voor het op afstand bedienen van experimenten. Het kennissysteem adviseert de onderzoeker over het afhandelen van problemen en vragen bij het gebruik van TelePODI, zodat hij zich kan concentreren op het uitvoeren van ingewikkelder taken en niet onnodig de bemanning van het ruimtelaboratorium hoeft in te schakelen.

Systeemintegratie voor derden

Een contract werd afgesloten met General Dynamics voor de ontwikkeling van een operationeel informatiesysteem waarmee Europese F-16-gebruikers hun F-16-missies kunnen voorbereiden, MSS/C (Mission Support System/Campal) geheten. Dit is in feite een voortzetting van de ontwikkeling van het Nederlandse semi-operationele missievoorbereidingssysteem CAMPAL, dat door het NLR in nauwe samenwerking met de Koninklijke luchtmacht werd ontwikkeld. De NLR-werkzaamheden betreffen het operationeel maken van het missievoorbereidingssysteem uitgaande van de reeds beschikbare kennis en faciliteiten, het maken van een systeem voor de produktie van de benodigde geografische informatie (o.a. gescande stafkaarten), en het ondersteunen van het operationele gebruik van het MSS/C-systeem tijdens de eerste fase. Met deze werkzaamheden is eind 1990 begonnen.

In opdracht van de RLD werd het RASS-systeem voor de analyse van ingevoerde multi-radardata samengebouwd. Het hart van de hardware wordt gevormd door een Apollo-werkstation, waarmee een interface-kaart voor de invoer van radardata en een radioklok zijn geïntegreerd. De programmatuur is gedistribueerd door het Experimental Centre van Eurocontrol en bevat o.a. het door het NLR vervaardigde en onlangs in opdracht aangepaste MURATREC-programma. Deze versie is begin 1990 afgeleverd aan Eurocontrol voor gebruik op een Apollo-werkstation.

Op het RASS-systeem is, eveneens ten behoeve van de RLD, de multiradarversie van de "jump diffusion tracker" met grafische presentatiefaciliteiten geïnstalleerd voor evaluaties.

Een interface en klok gelijk aan die van het RASS-systeem werden toegepast in het FANOMOS-station te Beek, dat eind 1990 is afgeleverd aan de RLD.

In opdracht van Fokker Space & Systems werd gewerkt aan de programmatuur voor de standregeling van de Italiaans-Nederlandse wetenschappelijke röntgensatelliet SAX. Hierbij werd ook samengewerkt met de Italiaanse firma's Aeritalia en Selenia Spazio. Hoofdeis aan het standregelsysteem, dat in software moet worden gerealiseerd, is dat de satelliet gedurende zeer lange tijd uiterst nauwkeurig op een vast doel gericht moet worden gehouden. Ook moet onder alle omstandigheden worden gegarandeerd dat het hoofdinstrument niet wordt blootgesteld aan directe instraling van zonlicht. In overleg met Fokker heeft het NLR de gebruikerseisen aan de applicatieprogrammatuur geformaliseerd en gestructureerd, waarna het architectuurontwerp kon worden vastgelegd.

Voor deze ontwikkeling werd het "Computer-Aided Software Engineering" (CASE)-pakket Teamwork gebruikt.

Netwerken

In het kader van het BRITE/EURAM-project "European Aeronautical Supercomputing Network" (EASNet) is door het NLR gewerkt aan de beveiliging, aan de implementatie van het netwerk, en aan demonstratieprojecten. Voor de beveiliging heeft het NLR een raamwerk opgesteld, dat verder door ONERA (de projectleider) en Aerospatiale zal worden ingevuld.

De werkzaamheden voor de implementatie van het hoge-snelheidsnetwerk betroffen voornamelijk onderhandelingen met diverse instellingen zoals de nationale PTT's.

Begonnen werd met het opstellen van een nieuw beveiligingsconcept voor het computernetwerk van het NLR. Dit concept zal alle in het netwerk opgenomen faciliteiten betreffen (supercomputer, mainframes, werkstations, PC's). Begonnen werd met voorbereidende maatregelen voor de beveiliging van de SX-3, de supercomputer waartoe externe relaties van het NLR, zowel in batch-mode als interactief, toegang hebben onder bepaalde voorwaarden. In dit kader is eveneens in SURFnet-verband een security-werkgroep opgericht voor het definiëren van de in SURFnet3 (met 2 Mbit-verbindingen) te nemen maatregelen.

Elektronische systemen voor luchtvaarttoepassingen

In het kader van het BRITE/EURAM-project IMAGES (Integrated Modular Avionics General Executive Software) voert het NLR twee deeltaken uit, namelijk het uitvoeren van een overzichtsstudie van bedrijfssystemen en van een studie van I/O- en interrupt-afhandeling. Begonnen werd met de laatstgenoemde studie.

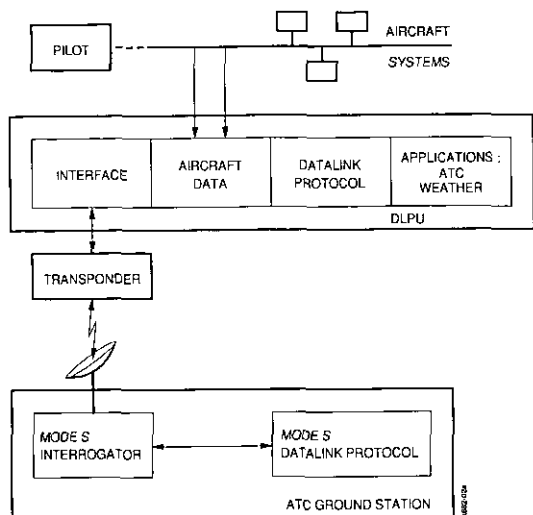
Het BRITE/EURAM-project ODT (Optical Data Transmission) beoogt het opstellen en evalueren van optische datatransmissiesystemen voor toekomstige civiele avionische systemen. Het NLR voert in dit project drie deeltaken uit, te weten een review van datasysteemtopologieën, de vergelijking van protocollen voor databussystemen, en de beoordeling en selectie van systeemarchitecturen. De eerste twee taken werden afgerond. Voor de simulatie van geselecteerde systeemarchitecturen is het voorontwerp van een simulatieomgeving, gebaseerd op PROMISE, afgerond.

In het kader van het project TRIANGLE, dat voor de KLu wordt uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Defensie, wordt een systeem ontwikkeld waarmee de gegevens uit drie positie-navigatiesensoren (TRN: Terrain Reference Navigation; INS: Inertial Navigation System; GPS: Global Positioning System) worden gecombineerd met behulp van een speciaal daartoe ontwikkeld "merging"-algoritme, wat het geïntegreerde systeem een grote positienauwkeurigheid, gecombineerd met een hoge graad van robuustheid biedt. Een ontwikkelomgeving voor deze algoritmen werd opgezet, TRIANGLEs (TRIANGLE Simulatie-omgeving), waarvan PROMISE deel uitmaakt. Om onder diverse condities merging-algoritmen te kunnen evalueren zijn in TRIANGLEs de simulatiemodellen van de navigatiesystemen opgenomen. Tijdens een testvlucht werden met succes gegevens verzameld afkomstig van de drie sensoren, om het merging-algoritme te kunnen evalueren. De specificatie van het merging-algoritme is voltooid; begonnen is met de implementatie ervan (in Ada) in de vliegwaardige computer. Tevens werd gewerkt aan het ontwerp van een testfaciliteit om het algoritme op zijn "real time"-gedrag te kunnen onderzoeken. Verdere testvluchten met het Metro II-laboratoriumvliegtuig werden voorbereid. Ook werd begonnen met het opstellen van een gedetailleerd plan voor de data-analyse.

In opdracht van het Ministerie van Defensie was een NLR-medewerker gedetaileerd als Nederlandse vertegenwoordiger in het NATO-team bij het NAVSTAR/GPS Joint Program Office in de VS. Hij maakt deel uit van de afdeling "Air Force Integrations" van het GPS User Equipment Systems Program Office, dat zorgt voor de integratie van GPS in alle USAF-platforms.

Ten behoeve van de krijgsmacht was een NLR-medewerker de Nederlandse vertegenwoordiger in de NATO NAVSTAR Technical Support Group.

Assistentie werd verleend aan de Koninklijke marine (KM) bij de keuze van NAVSTAR-ontvangers en bij de installatie van NAVSTAR-antennes op fregatten. In opdracht van de KM en in samenwerking met het MEOB is door het NLR een pro-



De Data Link Processor Unit (DLPU) voor digitaal datatransport door middel van SSR Mode S tussen vliegtuig- en grondsystemen

totype van een nulsturende antenne t.b.v. de NAVSTAR-ontvangers van de KM ontworpen en gerealiseerd. Begonnen werd met de voorbereidingen voor de evaluatie tijdens proefvaarten.

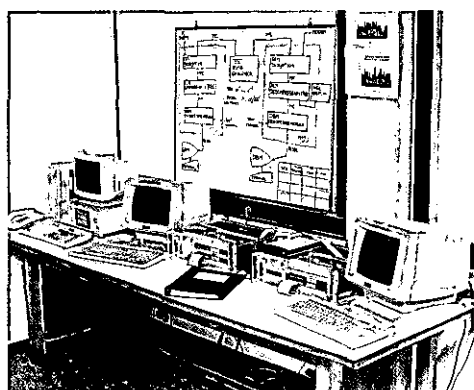
De kennis, opgedaan bij het jarenlange gebruik van het pakket ANABASIS voor het simuleren van antennesystemen en ontvangers, is bij het uitvoeren en voorbereiden van vliegproeven met NAVSTAR-apparatuur wederom van groot belang gebleken.

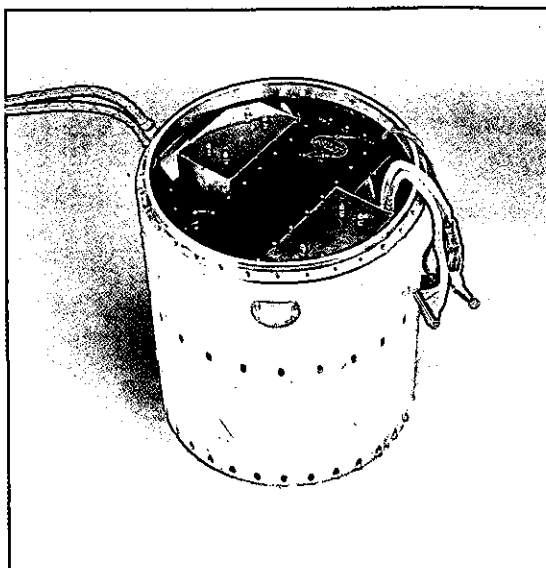
Het DLPU-project (Data Link Processor Unit) voor Eurocontrol werd met succes voltooid. De door het NLR vervaardigde luchtwaardige computers voor onderzoek van de digitale communicatie tussen vliegtuigen en de luchtverkeersleiding, ontvingen van de RLD alle twaalf het certificaat voor luchtwaardigheid, vereist aangezien deze computers zullen worden ingebouwd in lijnvliegtuigen. De systemen moesten wat de hardware betreft voldoen aan de omgevingseisen zoals vastgelegd in RTCA-document DO-160B, waarin testprocedures worden voorgeschreven. De software-certificatie werd uitgevoerd volgens RTCA-document DO-178A, waarin de werkprocedures zijn voorgeschreven.

Elektronische systemen voor ruimtevaarttoepassingen

Het METEODIS-demonstratiesysteem voor het comprimeren en decomprimeren én voor het versleutelen en ontcijferen van METEOSAT-weergegevens werd geaccepteerd door ESOC en ESTEC. Hieraan waren voorafgegaan in 1990 de "Factory acceptance tests" bij het NLR, het inbouwen van het systeem in het operationele computersysteem van ESOC, en een slotdemonstratie. Door de toepassing van datacompressie kan de beschikbare bandbreedte van de satelliet-grondverbinding efficiënter worden gebruikt. METEODIS comprimeert de data met meer dan een factor twee; na decompressie worden de originele gegevens volledig hersteld zonder de introductie van extra fouten. Bovendien zal in de toekomst bij het verspreiden van METEOSAT-gegevens een sleutelsysteem kunnen worden toegepast. De compressie/decompressie-functie wordt uitgevoerd door een multiprocessorsysteem, gebaseerd op transputers. Voor de versleutelfuncties en de "forward error correcting" code werden "programmable logic devices" toegepast.

Acceptatie-beproeving in het laboratorium van METEODIS, een systeem voor het comprimeren en decomprimeren en voor het versleutelen en ontcijferen van meteorologische satelliet-gegevens.





Experiment module van Cells in Space, met een door het NLR ontwikkeld besturingssysteem.

In het kader van het CIS-project (Cells In Space) voor ESA werd het CIS-2-systeem, in samenwerking met FSS, geïntegreerd en getest; CIS-2 heeft in het voorjaar in Zweden met succes gefunctioneerd bij de lancering met de draagraket MASER 4. Voorts werd gewerkt aan de definitie van een mogelijk CIS-3-systeem.

Als bijdrage aan de ontwikkeling in nationale samenwerking van een multimedia documentatiesysteem voor het ruimtestation Columbus heeft het NLR het Software Requirements Document en het Design Document opgesteld voor de door CAT Benelux te ontwikkelen programmatuur voor een Document File System (DFS). Veel aandacht werd besteed aan de toegankelijkheid van de op optische schijf opgeslagen documenten en aan de combinatie van tekst, grafiek en video in één document. Het DFS is geïnstalleerd in het Crew Work Station Test Bed voor Columbus bij ESTEC.

Grondstations

Een voorstel tot uitbreiding van het ARTEMIS-systeem werd bij de Voedsel- en Landbouw Organisatie van de VN (FAO) ingediend. Hoofdpunten zijn: database-uitbreiding, opslag op optische schijf, verdere automatisering van de verwerking van METEOSAT-beelden, en aanpassing van de uitvoer van deelkaarten voor externe gebruikers in Afrika. Nadat dit voorstel werd geaccepteerd is met de uitvoering ervan begonnen.

Met de FAO werd een onderhoudscontract, inclusief het leveren van reserveonderdelen, voor het METEOSAT-PDUS ontvangstsysteem afgesloten. Hiermee werd de operationele continuïteit van het ARTEMIS-systeem op lange termijn verzekerd.

In overleg met de FAO en in opdracht van het NIVR werd een proefopstelling gerealiseerd van een low-cost PC-based system (PDUS), als demonstratie van een mini-ARTEMIS-systeem voor regionale centra in Nairobi en Harare. Op basis van deze proefopstelling werd bij de FAO een offerte uitgebracht voor de realisering van dit systeem.

Omgevingscondities

In het kader van de werkzaamheden binnen de HERF-werkgroep (High-Energy Radiated Fields) EUROCAE WG33 werden voor de RLD enige aanpassingen aangebracht in het ElektroMagnetische Omgevingsmodel van Nederland. Tevens werd begonnen met onderzoek van de EMI/EMC-problematiek van helikopters voor de KL/KLu. Begonnen werd met het opstellen van de operationele omgeving en de te verwachten EMI-dreiging voor toekomstige gevechtshelikopters.

Wederom werd meegewerkt aan een cursus in het kader van het Postacademisch Onderwijs in de Technische Wetenschappen (PATO) over technieken op het gebied van de Elektro-Magnetische Interferentie (EMI).

Voor een groot aantal opdrachtgevers (militair/civiel, nationaal/internationaal,

lucht/ruimtevaart) werden metingen verricht in de EMI-faciliteit van het NLR ten einde het niveau van door elektronische apparatuur gegenereerde storing te bepalen of de gevoeligheid van apparatuur voor storende elektromagnetische straling vast te stellen.

In de Trifaciliteit werden, eveneens in opdracht, metingen aan apparatuur uitgevoerd ten behoeve van evaluatie en certificatie van deze apparatuur.

Kwaliteitszorg en bedrijfszekerheid

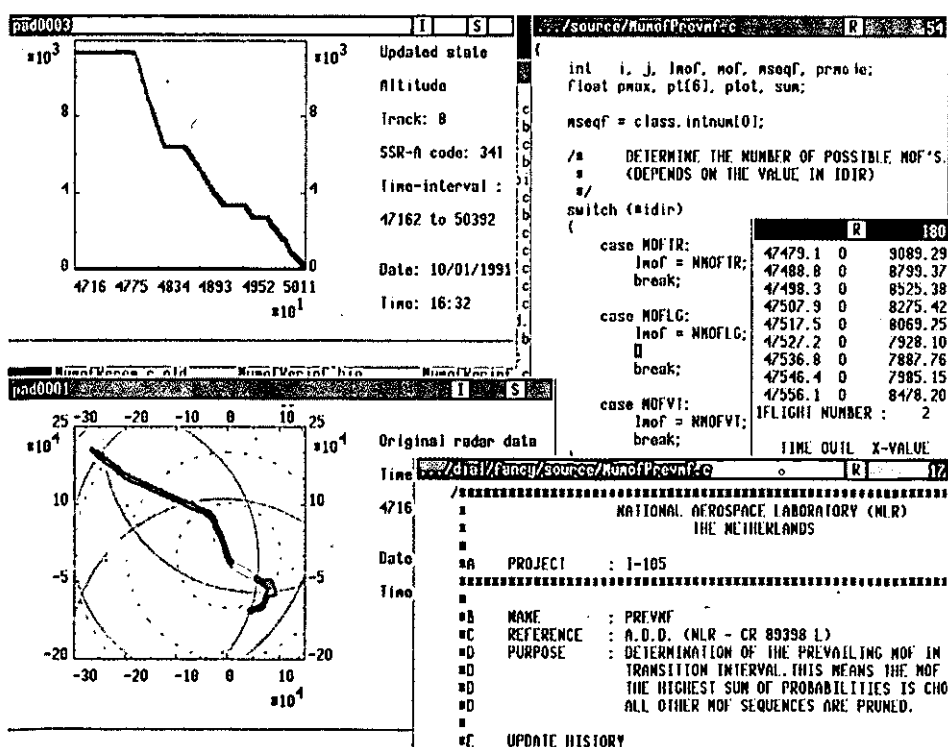
Er werd verder gewerkt aan de voor het vervaardigen van informatiesystemen benodigde procedures en voorschriften en aan het informeren van NLR-medewerkers over de basisprincipes die hieraan ten grondslag liggen.

Overleg werd gevoerd met de KEMA in verband met mogelijke certificatie van het kwaliteitssysteem met betrekking tot het vervaardigen van informatiesystemen.

Evenals in voorgaande jaren werden kalibraties uitgevoerd van de meetapparatuur die bij het NLR in gebruik is. Routinematige ijkingen worden geautomatiseerd uitgevoerd. Hiervoor werd een nieuw systeem gedefinieerd en werd computerapparatuur aangeschaft. Bestaande programmatuur werd geconverteerd naar de nieuwe (UNIX)-omgeving. Een voorontwerp werd opgesteld van de nieuwe opzet voor de software.

Na opstelling in een nieuwe ruimte werd het gehele kalibratiesysteem voor elektromagnetische grootheden en tijd opnieuw door de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) geëvalueerd. De NKO-erkenning werd verlengd.

Ten behoeve van de NKO-erkenning werden diverse verfijningen in de meetprocedures aangebracht; tevens werd een concept voor het Kwaliteitshandboek en een concept voor een beschrijving van het berekenen van de meetonzekerheden opgesteld.



Voor het project MURATREC werden multi-windowtechnieken toegepast in de test- en integratiefase van de software-engineering.

4.1 Technische outillage voor stromingsonderzoek

Algemene apparatuur

De vliegtuigindustrie stelt steeds hogere eisen aan de meetnauwkeurigheid van windtunnelproeven. Daarom werd wederom veel aandacht besteed aan onderwerpen die samenhangen met de nauwkeurigheid van krachtenmetingen in windtunnels.

Een speciaal ontwikkelde zes-componentenbalans voor nauwkeurige weerstandsmetingen in de Hoge-Snelheids Tunnel (HST) werd voor de eerste maal ingezet bij metingen aan een referentiemodel. Daarnaast werden uitvoerige ijkingen uitgevoerd aan een halfmodelbalans, onder meer in combinatie met een nieuw reactie-arm lucht-doorvoersysteem dat geschikt is voor gebruik bij drukken tot 100 bar. Vanwege de hoge nauwkeurigheidseisen werd de ijkapparatuur kritisch geanalyseerd en waar nodig gemodificeerd.

Theoretisch onderzoek werd voortgezet met betrekking tot de beschrijving van multi-component balansijkingen en de daaraan gekoppelde omzetting van tunnelmeetgegevens naar krachten en momenten. Ter vervanging van de gebruikelijke matrixconversiemethode werden interactieve methoden met een databasestructuur onderzocht. Voor hogere-orde ijkingen blijkt de theorie van "transfinite" interpolatie mogelijkheden te bieden. Aangevoerd werd dat met het nieuwe omzettingproces in een aantal gevallen een hogere nauwkeurigheid haalbaar is.

In de toekomst zullen onder andere bij de gemodificeerde HST, op diverse plaatsen z.g. resolvers als nauwkeurige hoekopnemers worden toegepast. Begonnen werd met de ontwikkeling van de bijbehorende conditioneringsapparatuur voor de integratie ervan in de bij het NLR in gebruik zijnde systemen voor gegevensverwerking bij windtunnels.

Met betrekking tot het "multi-port" drukmeetsysteem zijn afspraken gemaakt met de leverancier om te komen tot volledige inzetbaarheid, ook in niet-atmosferische windtunnels.

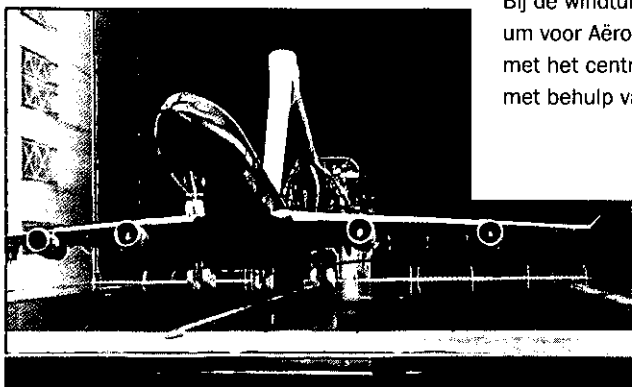
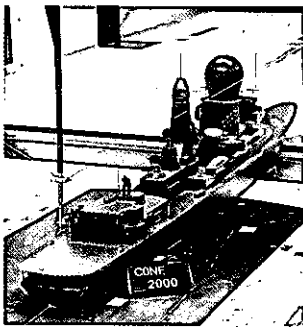
Gegevensverwerking van windtunnelmetingen

Bij de windtunnels in Amsterdam is het computersysteem voor gegevensverwerking uitgebreid met een tweede processor en een aantal grafische werkstations. Het geheel is met een Local Area Network (LAN) onderling gekoppeld. Dit LAN is gekoppeld aan het datatransportnet van het centrale computersysteem, waardoor communicatie met de Cyber mainframe computer, de NEC supercomputer etc. mogelijk geworden is.

De oude computersystemen voor het ijken van balansen en drukopnemers werden door één systeem vervangen. Dit systeem zal worden verbonden met het bovengenoemde verwerkingssysteem.

Bij de windtunnels in de Noordoostpolder en bij de installaties van het Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica, vindt de communicatie met het centraal opgestelde verwerkingssysteem nu plaats over glasvezelkabels met behulp van een door het NLR ontwikkelde parallel-serieel omzetter.

Model van HMS De Ruyter in de LST voor onderzoek naar de windsnelheidsverdeling op het helikopterdek.



Airbus A340-model, schaal 1:10,6, met drie TPS-motoren boven de Moving Belt Ground Plane in de DNW.

Lage-snelheidstunnel

De beschikbare 5 Watt Argon-ion laser werd uitgerust met een 15 m lange glaskabel met inkoppel- en focusseer-eenheid, en omgebouwd tot een mobiele eenheid voor het zichtbaar maken van stromingen met behulp van een laser-scherm. Dit systeem kan ook bij andere windtunnels worden ingezet. De belichtingsapparatuur voor fotografische en video-opnamen van objecten in de meetplaats van de LST werd voorzien van vaste schijnwerperarmaturen en flitsapparatuur.

Voor het bepalen van wandinvloed op windtunnelmetingen met gemeten randvoorwaarden werden acht z.g. druklatten aangemaakt, waarmee de drukverdeling in de stromingsrichting langs de wanden van de meetplaats kan worden bepaald. Een voorontwerp werd gemaakt van een model-ondersteuningssysteem dat gebruik maakt van staken en inwendige balansen.

Transsone en supersone tunnels

HST

Bij de HST werd een persluchtsysteem geïnstalleerd en beproefd, waarmee het drukniveau van de samengeperste lucht voor het aandrijven van model-motoren is verhoogd tot maximaal 100 bar bij een massatransport van ruim 3 kg/s. Het gebruik van dit persluchtsysteem stelt hogere eisen aan de regeling van de druk in de de suskamer van de HST. Deze regeling werd zodanig uitgebreid, dat het persluchtsysteem nu tevens kan worden ingezet bij sub-atmosferische rust-drukken.

De ontwikkeling van het systeem voor regeling van het getal van Mach werd voortgezet. Veel aandacht werd besteed aan het efficiënt op- en afregelen. Het eerder ontwikkelde sondetraverseermechanisme met vijf vrijheidsgraden is diverse malen met succes toegepast in de HST.

Modernisering HST

De in 1989 begonnen uitvoering van de eerste fase van de modernisering werd voortgezet. De detailontwerpen van de modificaties van de meetplaats en van de nieuwe modelondersteuning, uitgevoerd door de Canadese firma DSMA, kwamen halverwege het verslagjaar gereed. De opdracht voor aanmaak en installatie van de wijzigingen werd aan het eind van het jaar verstrekt aan de firma Genius Holding in Velzen.

Gezien de hoge kosten van deze wijzigingen is besloten de automatisering van de HST en die van de Centrale verder te faseren. In de eerste fase zal de automatisering van de besturing van de tunnel en de modelondersteuning worden doorgevoerd, terwijl tevens een nieuwe bedieningslessenaar zal worden gerealiseerd. Met ondersteuning van DSMA werden de "functional requirements" gedefinieerd en kwam het voorontwerp gereed.

Om de spleetwandconfiguratie van de HST te optimaliseren werden voorbereidingen getroffen voor metingen in de PHST en de HST aan een speciaal daarvoor ontworpen model.

SST en CSST

Voor een nieuwe modelondersteuning met vergroot instelhoekbereik in de SST werd een voorontwerp gemaakt. De toepasbaarheid daarvan zal uit aërodynamisch oogpunt verder worden onderzocht.

In de CSST werd een kalibratie-opstelling geïnstalleerd voor het ijken van richtingssondes voor gebruik in transsone en supersone stromingen. De eerste ijkings met deze opstelling zijn uitgevoerd.

Apparatuur voor aëro-elastisch onderzoek

Een softwarepakket voor de vergaring en verwerking van fluttersignalen dat door LMS in samenwerking met o.a. het NLR werd ontwikkeld, werd in gebruik genomen in combinatie met een veelkanaals Fourier-analysesysteem. Dit systeem kan worden ingezet bij windtunnelonderzoek, alsmede in principe ook bij metingen in de vlucht. Het pakket werd onder meer toegepast bij het windtunnelonderzoek aan hittetegels van het ruimteveer Hermes.

Voorts werd een veelkanaals Fourier-analysesysteem in combinatie met een 64-kanaals digitaal registratiesysteem toegepast bij aëro-akoestisch onderzoek in de HST en de SST aan modellen van Hermes.

Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica

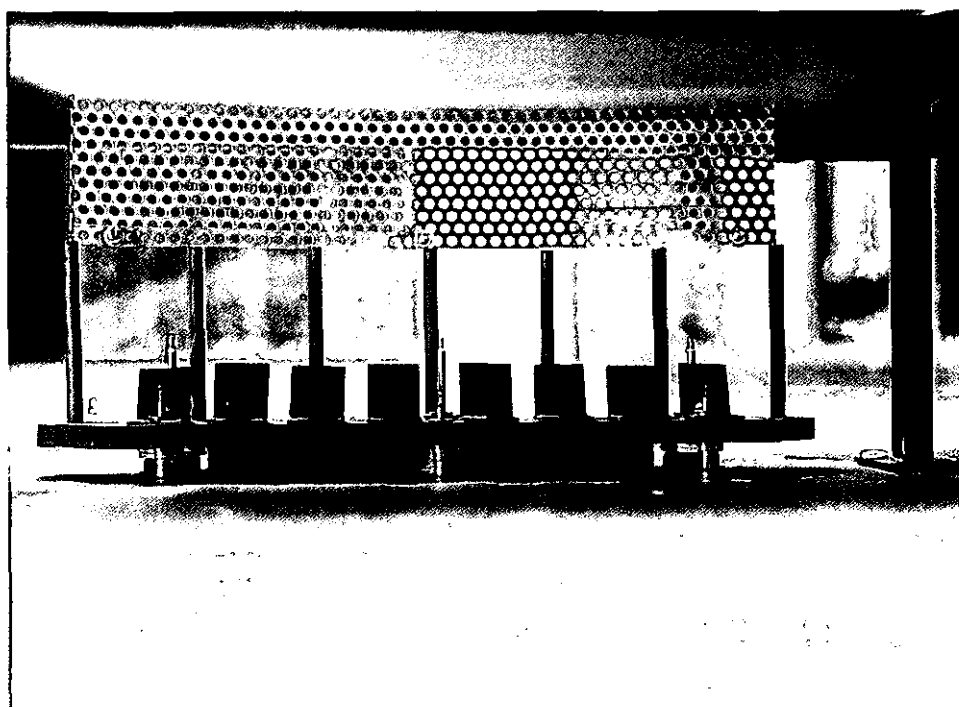
De mogelijkheden en beperkingen werden onderzocht van een provisorische meetopstelling voor de bepaling van de geluidsisolerende eigenschappen van rompwandpanelen, met name in het frequentiegebied tussen 50 en 200 Hz. Een meettechniek voor het bepalen van de geluidsdruk op een roterend compressorblad werd met succes beproefd.

Het gebruik van een multi-port drukmeetsysteem bij het ijken van modelfanmotoren werd vergeleken met het gebruik van de klassieke pneumatische scanners. Hierbij is gebleken dat met het multi-port systeem dezelfde resultaten kunnen worden bereikt in kortere meettijden.

De ijk tank voor modelfanmotoren werd voorzien van een nieuw luchttoevoersysteem, geschikt voor 80 bar, waarmee wordt voldaan aan de eisen van de DNW en de LST.

Ten behoeve van onderzoek aan modelpropellers werd een instationaire 5-gats richtingssonde in een propellerslipstroom beproefd, en werd een voorontwerp van een roterende naafbalans voor het meten van koppel en trekkracht gerealiseerd.

De veiligheidseisen bij onderzoek met modelpropellers in een windtunnelomgeving werden onderzocht, vooral de consequenties van bladbreuk voor de meetopstelling en de modelondersteuning.



Onderzoek in de LST naar windhinder bij eenabri onder een overkapping voor de Nederlandse Spoorwegen.

4.2

Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek

Het DELTA-project

De toenemende integratie van de avionicasystemen aan boord van moderne vliegtuigen met de systemen voor de verkeersleiding op de grond vraagt om onderzoekfaciliteiten die deze integratie kunnen ondersteunen. Doel van het zgn. DELTA-project, waarmee in 1987 werd begonnen, is de onderlinge afstemming van de verdere ontwikkelingen van de Research Flight Simulator (RFS), het Metro II-laboratoriumvliegtuig als Avionics Research Testbed (ART) en de NLR Air Traffic Control Research Simulator (NARSIM). Deze installaties zullen worden ingezet bij nationale en internationale onderzoeksprogramma's op dit gebied. Overleg hierover met onder meer de RLD, het NIVR, Fokker en de KLM zorgt voor de afstemming van het project op de nationale behoeften. Tevens zullen de installaties een rol spelen in het internationale Programme for Harmonized Air Traffic Management Research in Eurocontrol (PHARE).

AAI (Avionica-ATC Integratie)

Ter voorbereiding van de deelname in PHARE werd begonnen met een project voor Avionica-ATC Integratie. Hierbij worden systemen in de Research Flight Simulator (RFS) en het Metro II-laboratoriumvliegtuig gekoppeld aan de NLR ATC Research Simulator (NARSIM) op zodanige wijze dat digitale informatie kan worden uitgewisseld. Met deze koppeling zullen de identificatie en de positie van de RFS en het laboratoriumvliegtuig kunnen worden doorgegeven aan NARSIM. Bovendien zal de infrastructuur voor het uitwisselen van berichten (meteo-informatie, vluchtplan etc.) tussen het Experimenteel Flight Management (EFMS) Systeem en het ATC-systeem worden gerealiseerd.

Een verbinding tussen RFS en NARSIM is tot stand gebracht; zij bestaat uit een twee-weg spraaklijn voor het radioverkeer en een RS 232-datalijn voor het verzenden van radargegevens.

NARSIM (NLR ATC Research Simulator)

Voor NARSIM werd een tweede geavanceerd kleurenscherm geïnstalleerd, evenals twee "rolling balls" en een "touch input device". Een monochroom beeldscherm werd aangeschaft voor onderzoek gericht op de lay-out van een beeldscherm te gebruiken in een verkeerstoren. Voortgang werd gemaakt met de opbouw van de software-structuur.

ART (Avionics Research Testbed)

Ingrijpende wijzigingen zijn nodig om de cockpit van het Metro II-laboratoriumvliegtuig om te bouwen tot Avionics Research Testbed. Een voorlopige lay-out kwam gereed. Een marktonderzoek werd begonnen naar een DME-P ontvanger en een weerradar. Het ontwerp voor een Flight Mode Panel (FMP) werd afgerond. Een eerste prototype werd aangemaakt en met succes gebruikt tijdens MLS-proeven.

RFS (Research Flight Simulator)

De acceptatietests van het nieuwe bewegingsmechanisme met zes vrijheidsgraden werden afgesloten. Beproevingen met testmassa's hebben aangetoond dat de geëiste bandbreedte en prestaties bereikt worden, zowel bij gebruik van een lichte als van een zware stuurhut (voorzien van extra zichtsystemen e.d.). Een nieuw digitaal Flight Simulator Interface System (FSIS), dat is gebaseerd op VME-microprocessoren en een snelle digitale dataverbinding, werd besteld.

EFMS (Experimental Flight Management System)

In het kader van het "Programme for Harmonised Air Traffic Management Research in Eurocontrol" (PHARE) wordt deelgenomen aan de Experimental Flight

Management System (EFMS) development group. Deelnemende landen zijn: Duitsland, Engeland, Frankrijk en Nederland, in combinatie met Eurocontrol. Het EFMS-project is van de specificatiefase overgegaan in de ontwerpfase. De bijdrage van het NLR spitst zich toe op het gebied van de digitale datalink en de interactie van de vlieger met het EFMS via een Control and Display Unit (CDU). Enige ervaring werd opgedaan met een multiprocessor-configuratie op basis van VME-hardware die was geprogrammeerd in Ada, de hardware- en software-omgevingen welke voor het EFMS zijn gekozen. Een deel van het werk werd uitgevoerd bij het Technical Centre van Eurocontrol in Brétigny (Frankrijk).

Voorzieningen voor vliegproeven en voor verwerking van vliegproefgegevens

Het ontwikkelstation voor luchtwaardige VME-microcomputersystemen waarbij van de taal Ada gebruik gemaakt zal worden, werd afgeleverd en werd in gebruik genomen. De structuur voor nieuwe VME On Board Computersystemen is zowel qua software als qua hardware vastgelegd. Met het eerste project waarin Ada toegepast wordt, is begonnen.

Het NAVSTAR Global Positioning System (GPS) lijkt mogelijkheden te bieden als positiereferentiesysteem tijdens vliegproeven. In samenwerking met de TU-Delft is een begin gemaakt met de ontwikkeling van zo'n systeem, waarbij zwaardere eisen aan de nauwkeurigheid worden gesteld dan GPS in zijn basisvorm biedt.

Het onderzoek naar data-aquisitie- en registratieapparatuur voor metingen in de vlucht heeft zich toegespitst op de volgende onderwerpen:

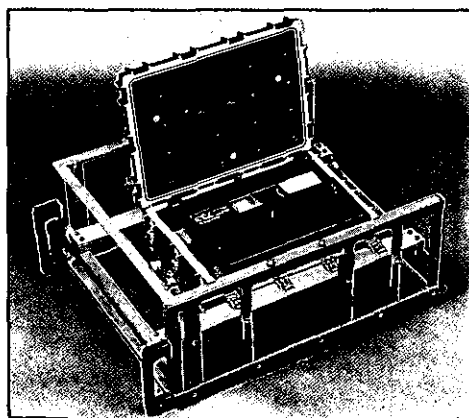
- mogelijke toepassingen voor laser Doppler anemometrie bij aërodynamische metingen;
- de geschiktheid van een klein data-acquisitiesysteem, dat gebruik maakt van video-recording technieken voor het vastleggen van de meetgegevens;
- de opvolging van de apparatuur van de huidige generatie.

Daarnaast werd begonnen met de ontwikkeling en aanmaak van een 5-gaten-probe, welke geschikt is voor drukmetingen met een hoge frequentie-inhoud, b.v. achter een propeller.

Een eenvoudig, op een PC gebaseerd videoverwerkingssysteem werd aangeschaft. Onderzocht wordt in welke mate automatische verwerking van videobeelden een rol kan spelen bij vliegproeven.

Het onderzoek naar apparatuur die geschikt is voor een datalink van het vliegtuig naar de grond heeft zich toegespitst op commercieel verkrijgbare VHF-apparatuur. Om de gegevensverwerking met het Data Verwerkings Station Vliegproeven (DVSV) te waarborgen zijn regelmatig nieuwe versies van bestaande software-hulpmiddelen geïnstalleerd. Het is nu mogelijk om tijdens onbemande perioden meer gegevens te verwerken dan voorheen. Halverwege het jaar is de aansluiting op het datacommunicatienetwerk van het NLR gestandaardiseerd, waardoor een sneller en betrouwbaarder gegevenstransport, met name naar Fokker, is gerealiseerd. Na evaluatie werd een 32-bits Operating Systeem aangeschaft voor de MODCOMP 32/85 computer. Het gegevensverwerkingspakket is grotendeels geconverteerd voor dit nieuwe operating systeem.

Tape transport module dat geluidsd-
ata met een snelheid van 109 Mbits
per seconde op een cassette kan
registreren, voor geluidsproeven met
de Fokker 100.



IJK- en beproevingsapparatuur

De opstelling voor temperatuurkalibraties werd onderzocht op geschiktheid voor het verkrijgen van een erkenning van de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO).

De jaarlijkse NKO-controle van de drukkalkalibratie-opstelling en een door het NKO geïnitieerde ringvergelijking met andere instituten zijn gunstig verlopen. Voorts werd in NKO-verband een nieuw kalibratie-certificaat opgesteld, en werd

deelgenomen aan de Technische Commissies "Temperatuur- en Vochtmeting" en "Drukmeting".

De in het begin van de jaren '80 aangeschafte computers voor de automatische besturing van de kalibratie-opstellingen werden vervangen door moderne exemplaren.

De kalibratie-opstelling voor "pre-sample filters" en "phase-sensitive demodulators" werd onderworpen aan een nauwkeurigheidsonderzoek. Er werd een opstelling ontwikkeld voor het automatisch kalibreren van de roerstand-ijkapparatuur. De opstelling is in gebruik genomen.

Voor interne en externe opdrachtgevers (vooral Fokker) werden vele kalibraties verricht.

Laboratoriumvliegtuigen

Met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft (TUD/LR) werden voorbereidingen getroffen voor het aangaan van een samenwerkingsovereenkomst inzake gezamenlijke aanschaffing en onderhoud van een nieuw laboratoriumvliegtuig ter vervanging van de Queen Air van het NLR en de Beaver van de TUD/LR.

4.3 Technische outillage op het gebied van constructies en materialen

Belastingsapparatuur

Voor het automatisch registreren van scheurgroeikrommen is een derde meetsysteem op basis van de potentiaalmethode in gebruik genomen.

Voor het ijken van belastingsmeetsystemen op lokatie is een geautomatiseerd meetsysteem aangeschaft.

Voor het uitvoeren van vermoeiingsonderzoek bij *biaxiale belasting* is een proefstuk ontwikkeld waarbij de krachten met behulp van vezelversterkte kunststof worden ingeleid.

Apparatuur voor de fabricage van composieten

Een opstelling werd vervaardigd voor het vervormen van thermoplasten in de bestaande autoclaaf volgens de membraan-techniek.

Apparatuur voor materiaalonderzoek

Een nieuwe Transmissie Elektronen Microscoop werd geïnstalleerd: de Jeol 1200EXII met scan-mogelijkheid. Het instrument wordt gebruikt voor schade- en ongevallen-onderzoek, microstructuur-analyse van materialen en lokale analyse van materiaalsamenstellingen.

Apparatuur voor corrosieonderzoek

Voor het uitvoeren van spanningscorrosie-onderzoek is een geautomatiseerd systeem ontwikkeld dat het spanningsverloop gedurende de beproeving registreert. Met het systeem kunnen 20 proefstukken gelijktijdig worden bewaakt.

Apparatuur voor data-acquisitie en -verwerking.

Voor de levensduurbewakingsprogramma's van zowel militaire als civiele vliegtuigen, is een dataverwerkingsstation voor de verwerking van de meetgegevens in gebruik genomen.

4.4

Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek

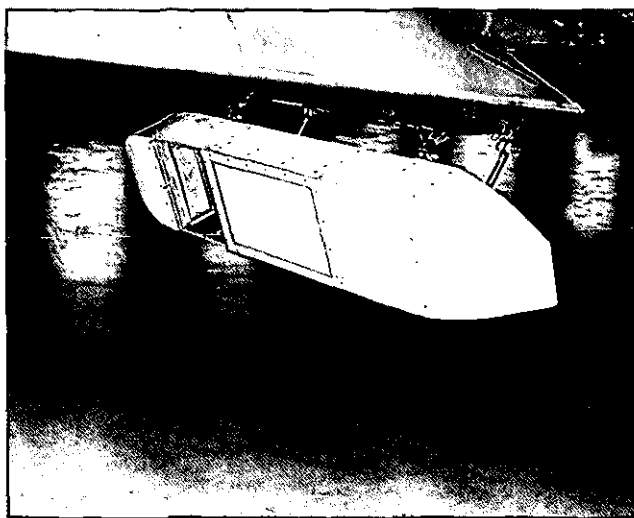
De testopstelling voor onderzoek aan componenten voor thermische twee-fasen regelkringen werd geschikt gemaakt voor ammoniaksystemen. Voor de berekening van temperatuurverdelingen werd het computerprogramma ESATAN in gebruik genomen.

Het Programmeerbare Optisch Diagnostisch Instrument (PODI) werd geschikt gemaakt voor bediening op afstand. Tevens werd de optische weglengte van het schlierensysteem verkort.

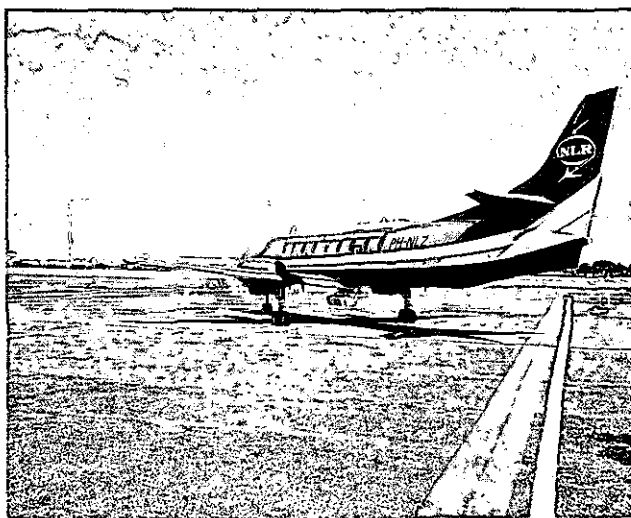
Ter vervanging van het huidige RESEDA systeem werd een SUN 4/490 werkstation en beeldbewerkingssoftware van International Imaging Systems aangeschaft.

Het airborne video-quick-look systeem kwam gereed. Het maakt gebruik van gegevens die met behulp van het dataregistratiesysteem zijn opgenomen, zodat reeds tijdens de vlucht de werking van het systeem en het meetgebied kunnen worden gecontroleerd. Het quick-look systeem zal worden toegepast ter controle van CAESAR-opnamen, zowel tijdens de vlucht als bij het uitlezen van opgenomen data op de grond.

Specificaties werden opgesteld voor een nieuw te ontwerpen CTU-simulator in het Front End van de MACS-TSA, die geschikt is voor de verschillende project-afhankelijke hogere-orde communicatie-protocollen.



Gondel voor de radarapparatuur van PHARUS onder de Metro II.



Het Metro II-laboratoriumvliegtuig klaar voor de eerste proefvlucht met de Phased Array Synthetic Aperture Radar (PHARS).

4.5 Technische outillage voor toegepaste informatica

Computernetwerk

Begonnen werd met een aanzienlijke uitbreiding van de centrale computerfaciliteiten, wegens de groeiende vraag van gebruikers naar computercapaciteit. Daarbij werd gestreefd naar een gebruiksvriendelijke toegang door standaardisering van bedrijfssystemen, netwerkprotocollen e.d. door te voeren.

De CYBER 855 werd vervangen door de anderhalf maal zo krachtige CYBER 962, en in juni 1990 werd een contract getekend voor de vervanging van de NEC SX-2 supercomputer met SXOS-bedrijfssysteem door een NEC SX-3 met een UNIX-bedrijfssysteem.

Voorts werd een plan opgesteld en werden contracten getekend voor de aanpassing van het NLR-computernetwerk aan de eisen van de komende jaren. Dit plan houdt in:

- 1 verdubbeling van de capaciteit van de CYBER 962;
- 2 aanschaffing van een computer van een hiermee vergelijkbare capaciteit met een UNIX-bedrijfssysteem: de CD 4680;
- 3 vervanging van het hoge-snelheidsnet Hyperchannel door FDDI, waardoor de centrale computersystemen via het transparante TCP/IP-protocol bereikbaar zijn;
- 4 uitbreiding van het glasvezelkabelnet;
- 5 aansluiting op het hoge-snelheids (2 Mbit/s, TCP/IP) SURFnet3-netwerk door middel van een CISCO-router.

Het gebruik van de SX-2 supercomputer voor grootschalig rekenwerk door de Nederlandse universiteiten is volgens de verwachting verder toegenomen.

Automatisering van de ontwikkeling van elektronica

Een technisch concept werd opgesteld voor de CAE-infrastructuur ten behoeve van de ontwikkeling van elektronica bij het NLR. De centrale componentendatabase, waarin informatie over elektronische componenten wordt opgeslagen, werd gerealiseerd.

Begonnen werd met een marktonderzoek naar software-hulpmiddelen voor het ontwerpen van elektronische schakelingen (hulpmiddelen voor schema-invoer, voor digitale en analoge simulatie, en voor het ontwerpen van gedrukte bedrading). Begonnen werd tevens met het realiseren van lokale netwerken in beide vestigingen, om de communicatie tussen deze ontwerphulpmiddelen mogelijk te maken.

De werkzaamheden ten behoeve van het UNIX/VME-systeem voor de software-ontwikkeling voor real-time systemen, werden voortgezet. Het systeem werd uitgebreid en voorzien van de hardware en software voor een transputer-ontwikkelomgeving.

Tevens werd een VME-prototypesysteem opgezet dat kan dienen als schaduwstelsel voor afgeleverde real-time VME/68000-systemen.

Automatisering van metingen en tests

In het kader van het beheer van de kalibratiefaciliteit en het onderhouden van de erkenning door de Nederlandse Kalibratie Organisatie werden voor het herleiden van de werkstandaarden de benodigde activiteiten verricht en de hiervoor vereiste meetprocedures op peil gehouden.

Het nieuwe programma voor het automatisch kalibreren werd in de praktijk beproefd en gemodificeerd.

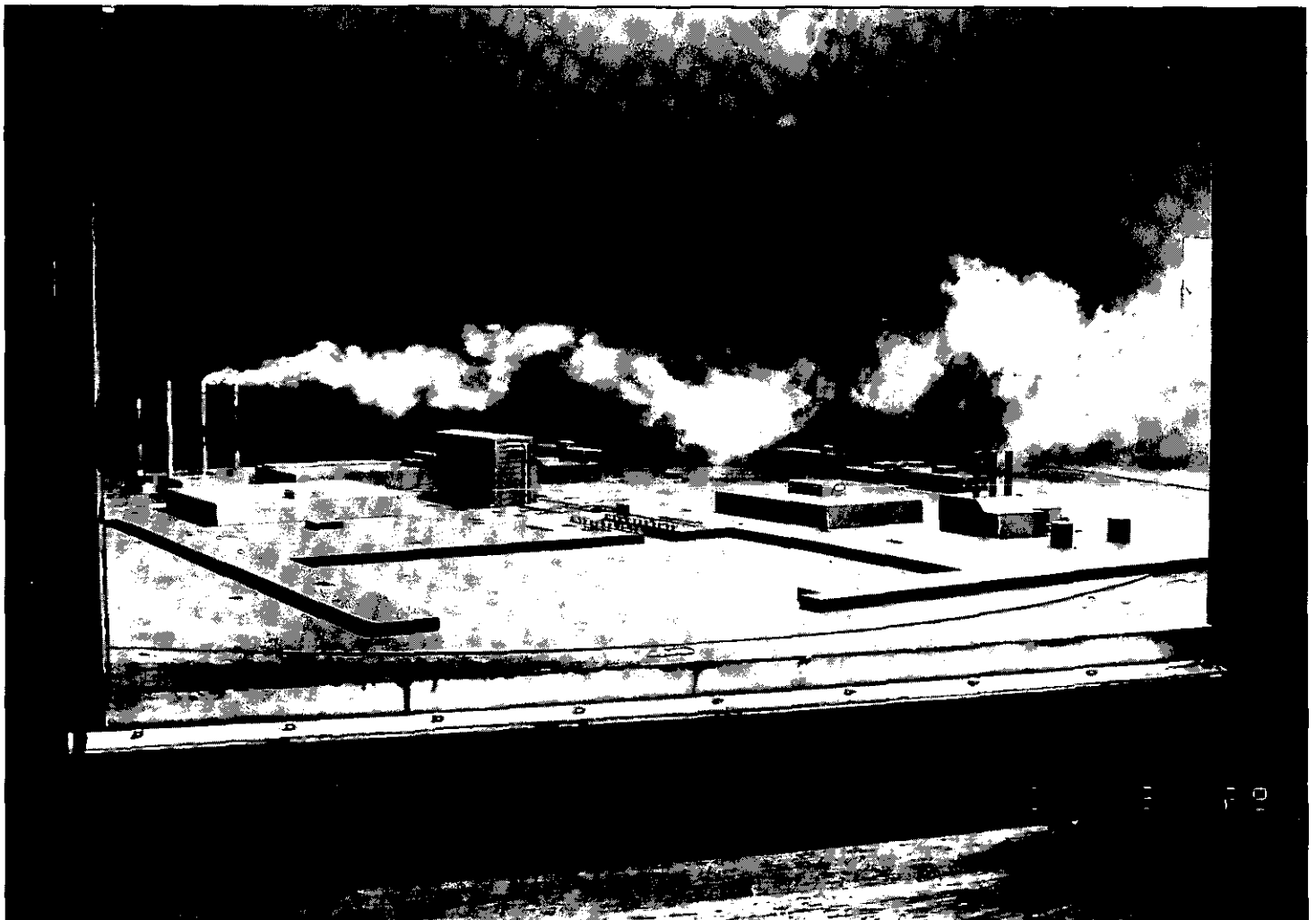
Faciliteiten voor omgevingstests

De nieuwe HP9000-computer voor de EMI-faciliteit werd in gebruik genomen. Deze computer is bedoeld enerzijds voor de automatisering van de metingen en anderzijds ter ondersteuning van het genereren van meetrappen.

4.6

Technische outillage voor mechanische techniek

Het op CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) gebaseerde geïntegreerde CAD/CAM-systeem voor het ontwerpen en fabriceren van windtunnelmodellen werd verder uitgebreid, en operationeel gebruikt.



Onderzoek in de LST naar rookhinder
op de Marinewerf te Den Helder.

5.1 Simulatie en voorspelling van vermoeiingsscheurgroei

Inleiding

Vliegtuigconstructies moeten voldoen aan strenge eisen met betrekking tot sterkte, levensduur en gewicht. De huidige hoog-belaste metalen constructies hebben dan ook een lange, zij het eindige, levensduur. Gezien de aard van de optredende wisselende belastingen kan het ontstaan en de uitbreiding van vermoeiingsschade niet altijd worden voorkomen. In het ontwerp van vliegtuigconstructies wordt waar dat praktisch mogelijk is de zogenaamde Damage Tolerance filosofie toegepast: schade ontstaat tijdens gebruik en onderhoud van het vliegtuig moet door inspectie tijdig worden opgemerkt, zodat maatregelen kunnen worden genomen. Er is dus een relatie tussen de toe te passen inspectie-intervallen en de snelheid waarmee de schade zich uitbreidt onder invloed van vermoeiingsbelastingen. De certificerende instanties verlangen dat met behulp van proeven en/of berekeningen wordt aangetoond dat de schadegevoeligheid en de snelheid waarmee scheuren zich uitbreiden in relatie tot de gekozen inspectiemethode en het inspectie-interval een veilig vliegtuiggebruik garanderen. Op het gebied van de vermoeiing van metalen constructies is pas in de laatste dertig jaar voldoende inzicht in de oorzaken opgebouwd om vermoeiingsscheurgroei te kunnen modelleren en simuleren.

Bij de hoofdafdeling Constructies en Materialen van het NLR wordt reeds meer dan tien jaar gewerkt aan de ontwikkeling van scheurgroei modellen en van methoden om scheurgroei te simuleren. De modellen en methoden zijn zowel belangrijk voor het ontwerpen van constructies die in de luchtvaart en ruimtevaart toegepast worden als voor de beoordeling van schadegevallen die in de praktijk worden waargenomen.

Kenmerken van vermoeiingsscheurgroei

Vermoeiingsscheurgroei omvat een groot gebied van defect- en scheur-afmetingen en groeisnelheden, met defectgrootten kleiner dan een micron tot aan scheurgrootten van 0,1 m of zelfs meer en met groeisnelheden van 10^{-12} m per belastingwissel tot 10^{-3} m per vlucht. Dit wordt geïllustreerd door figuur 1, waarin tevens een klassificatie wordt gegeven van vermoeiingsscheuren volgens de Damage Tolerance benadering.

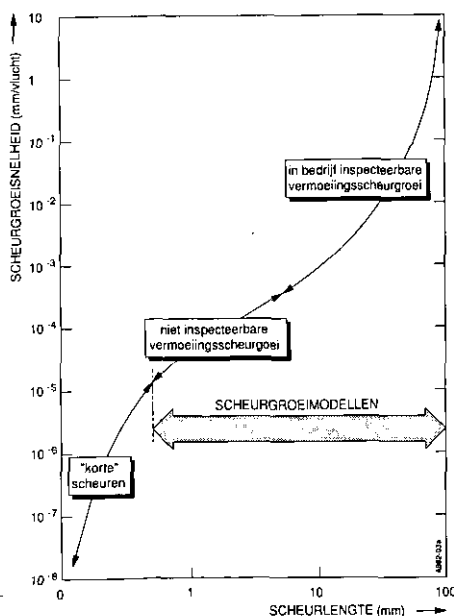


Fig. 1 - Schematische scheurgroei-curve.

De thans beschikbare scheurgroei modellen zijn van toepassing op scheuren vanaf 10^{-3} m, en het scheurgedrag onder invloed van praktijk-belastingen kan vrij goed worden voorspeld. Er bestaat nu een wereldwijde belangstelling voor scheuren in het "short crack"-gebied, omdat de initiatie en groei van deze korte scheuren bij veel vliegtuigconstructies gedurende het grootste deel van hun levensduur een rol speelt.

Modellen voor vermoeiingsscheurgroei

De eerste pogingen om te komen tot een model voor de voorspelling van vermoeiingsscheurgroei stammen uit de jaren '50. Tegelijkertijd maakte de lineair-elastische breukmechanica een krachtige ontwikkeling door.

Hoeksteen van deze theorie is de spanningsintensiteitsfactor K . De grootte van K is bepalend voor het niveau van de spanningen vlak bij de scheurpunt. K is evenredig met de uitwendig aangelegde belasting en met de wortel uit de scheurlengte. Na het succes van de spanningsintensiteitsfactor K bij het voorspellen van brosse breuk leek het logisch te veronderstellen dat de toename van de scheurlengte a in een belastingswissel kon worden gerelateerd aan de verandering $\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$ in die wissel (zie figuur 2). De relatie $\Delta a / \Delta N = c (K_{\max} - K_{\min})^n$ is bekend geworden als de scheurgroeiwet van Paris. Ondanks zijn beperkingen wordt deze wet nog veelvuldig toegepast.

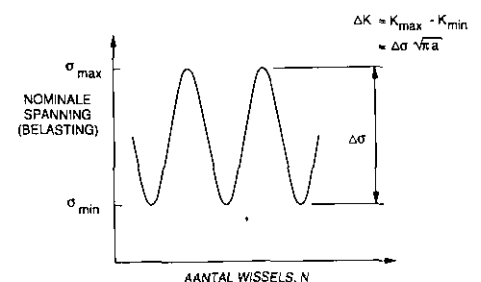
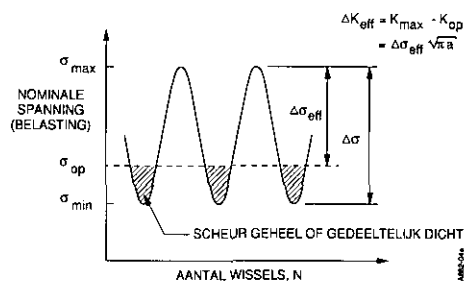


Fig. 2 - Spannings-"range" en spanningsintensiteitsfactor-"range" zoals gebruikt in de scheurgroeiwet van Paris.

In 1968 ontdekte Elber het verschijnsel van scheursluiting. Bij afwezigheid van blijvende vervormingen zal een scheur in de niet belaste toestand juist gesloten zijn. Er treden echter als gevolg van hoge lokale spanningen bij de scheurtip blijvende vervormingen op. Na enige scheurgroei manifesteren deze vervormingen zich in het zog van de scheur achter de tip en daardoor is er al sprake van scheursluiting in belaste toestand. Elber constateerde dat het scheuropeningsniveau K_{op}/K_{max} uitsluitend afhankelijk was van de belastingverhouding $R = K_{min}/K_{max}$ en mede daardoor eenvoudig experimenteel kon worden bepaald. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat scheurgroei alleen bij geopende scheur optreedt (zie figuur 3), dus

$$\Delta a/\Delta N = C (K_{max} - K_{op}(R))^n$$

Fig. 3 - Spannings-"range" en spanningsintensiteitsfactor-"range" zoals gebruikt in de scheurgroeiwet van Elber.



Deze wet, geïntroduceerd door Elber, geeft een goede beschrijving van de invloed van R op de scheurgroei, zoals is aangegeven in figuur 4, althans voor het middengebied van ΔK -waarden: bij extreem hoge en lage ΔK -waarden treden nog afwijkingen op.

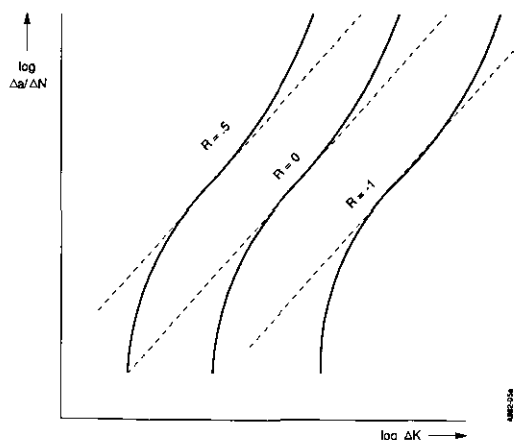


Fig. 4 - Schematische weergave van de scheurgroeiwet van Elber en van het experimenteel waargenomen scheurgroei gedrag bij wisselbelasting van constante amplitude.

In de hierboven besproken scheurgroeiwet wordt de scheuruitbreiding per belastingwissel uitsluitend bepaald door de begin- en eindsituatie in die wissel (K_{max} en $K_{min} = R \cdot K_{max}$). Een wezenlijk beter model kan worden verkregen wanneer ook het deformatie- en scheurgroei proces tijdens het belasten in de beschouwing wordt betrokken (scheurgroei en plasticiteit zijn immers weg-afhankelijke processen). Deze overweging leidde bij het NLR tot de introductie van een incrementele beschrijving van vermoeiingsscheurgroei. Het vervormingsproces wordt toegelicht aan de hand van figuur 5.

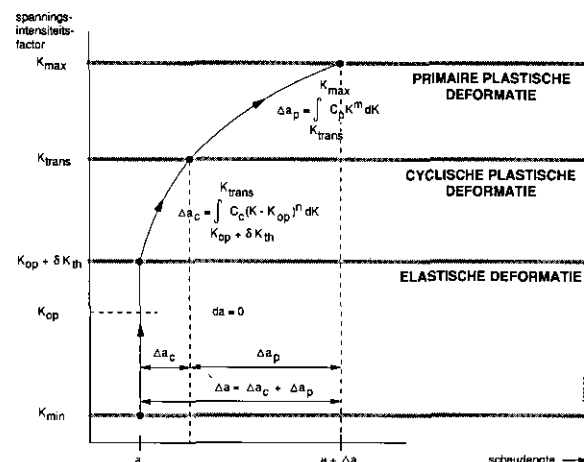


Fig. 5 - Karakteristieke deformatieprocessen die in één belastingwissel worden doorlopen. De vergelijkingen voor berekening van de scheurgroei in de verschillende fasen zijn aangegeven.

Wordt de belasting verhoogd vanaf K_{min} , dan zijn bij een gesloten scheur de vervormingen elastisch. Bij het niveau K_{op} gaat de scheur open en treedt plastische deformatie op. Er moet echter nog een drempel δK_{th} worden overwonnen voor de scheurgroei begint. Boven het niveau $K_{op} + \delta K_{th}$ treedt scheurgroei op in combinatie met (cyclische) plastische deformatie van materiaal voor de tip, dat in voorgaande wissels ook al blijvend werd vervormd. Bij het niveau K_{trans} is de cyclische plastische zone zo groot geworden dat verdere plastische vervorming ook plaats vindt in materiaal dat in voorgaande wissels nog zuiver elastisch vervormde. De transitie naar deze primaire plasticiteit gaat gepaard met een sprongsgewijze toename van de grootte van de te beschouwen plastische zone. Voor scheurgroei bij primaire plastische vervormingen is een nieuwe incrementele scheurgroeiwet ingevoerd.

Afgeleid kan worden dat

$$\Delta a / \Delta N = C (K_{max} - K_{op})^n \left[1 - \left(\frac{\delta K_{th}}{K_{max} - K_{op}} \right)^m \right] \left[1 + \left(\frac{K_{max}}{K_{ref}} \right)^p \right]$$

Deze uitdrukking beschrijft het waargenomen gedrag dat is afgebeeld in figuur 4 ook bij hoge en lage waarden van $\Delta K = K_{max} - K_{min}$.

In combinatie met methoden voor de berekening van δK_{th} , K_{op} en K_{trans} vormen de scheurgroeiwetten de zogenaamde scheurgroei modellen. In de door het NLR ontwikkelde modellen wordt de waarde van de scheuropenings spanning gebaseerd op experimentele gegevens of op benaderende berekeningen met het "strip-yield"-model voor elastisch-plastische analyse van scheurtipzones. De scheurgroei modellen zijn onder de naam CORPUS (Computation Of Retarded Propagation Under Simulated loading) geïmplementeerd in een rekenprogramma waarmee scheurgroei voorspellingen kunnen worden uitgevoerd.

Voorspelling van scheurgroei bij het ontwerp

In figuur 6 zijn voor verschillende waarden van het zogenaamde 1g-spanningsniveau (σ_{mf}) in de onderhuid van de vleugel van een verkeersvliegtuig het voorspelde en het gemeten scheurgedrag aangegeven. Het belastingspectrum bevat bijdragen ten gevolge van taxiën, opstijgen en landen, manoeuvreren en vliegen in remous. De resultaten hebben betrekking op een klein proefstuk van 150 mm breedte, waarbij is uitgegaan van een beginscheur van 7 mm. De resultaten tonen aan dat bij het ontwerp het scheurgedrag voor een dergelijke veel voorkomende situatie goed kan worden voorspeld. Daarmee kunnen ook uitspraken worden gedaan over de toe te passen inspecties en over de invloed van de zwaarte van het gebruik van het vliegtuig daarop (zie figuur 7).

Dergelijke voorspellingen zijn ook mogelijk voor het meer gecompliceerde probleem van scheurgroei in dikke platen en smeed- of freesdelen, zij het nu nog met minder goede betrouwbaarheid. Bij het NLR wordt gewerkt aan het verbeteren van de toepasbaarheid van scheursimulatie, onder meer door integratie met materiaalgegevens en certificatiecriteria in een gebruikersvriendelijk expertsysteem, CRACKS 2000.

De kennis en ervaring opgedaan bij de studie van scheurgroei en bij de ontwikkeling van de CORPUS-scheurgroei modellen werden ook toegepast bij de levensduurbewaking van vlieg-

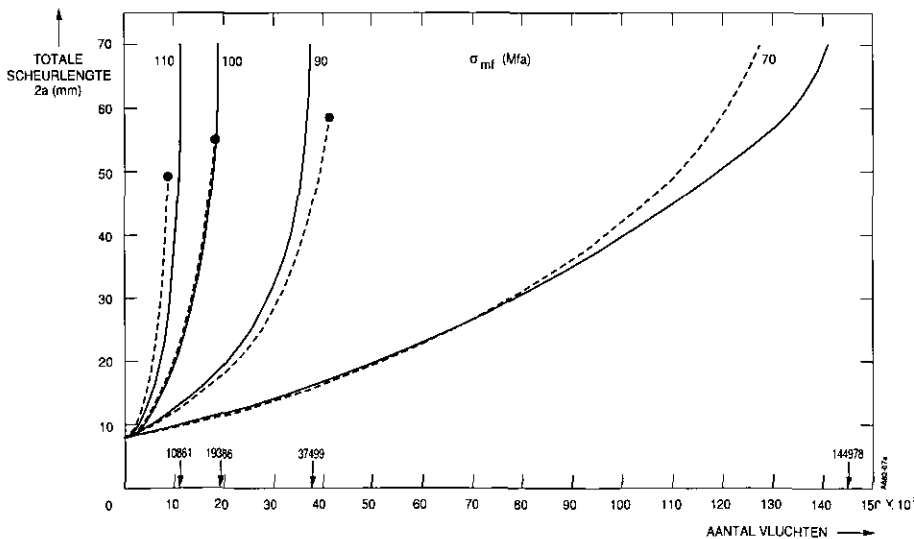


Fig. 6 - Berekende (stippellijn) en gemeten (getrokken lijn) scheurgroei onder vluchtsimulatiebelasting voor verschillende waarden van het gemiddelde spanningsniveau σ_{mf} . (NLR CORPUS voorspelling, F27-spectrum, 2024 T3 plaatmateriaal van 2 mm dik)

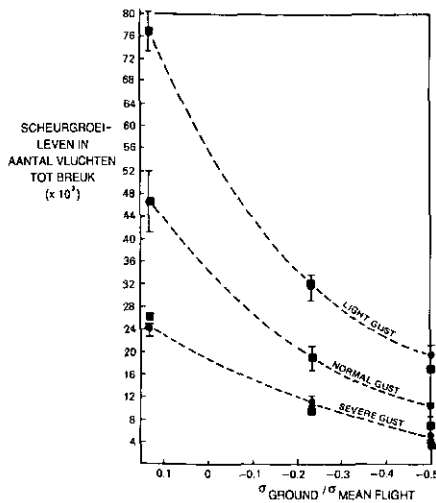


Fig. 7 - Het effect van variatie in de landingsbelasting en in de zwaarte van de remous op de scheurgroei-levensduur van een centraal gescheurd plaatproefstuk dat is onderworpen aan F27-vluchtsimulatiebelastingen.
(NLR CORPUS voorspelling, 1 proefresultaat bij $\sigma_{mf} = 100$ MPa voor 2024 T3)

tuigen. Zo worden bij gevechtsvliegtuigen de tijdens operationeel gebruik optredende belastingen in één of meer constructiedelen gemeten. Op deze wijze worden operationele belastingsspectra vastgesteld, die van squadron tot squadron blijken te kunnen verschillen. Tevens blijkt dat het operationele gebruik zich in de loop van de tijd sterk kan wijzigen. Er bestaat dan ook behoefte aan een methode om op een eenvoudige wijze de relatieve "zwaarte" van een gemeten belastingsspectrum te kunnen kwantificeren.

Voor dit doel werd recentelijk het Crack Severity Index (CSI)-concept ontwikkeld. Hiertoe werd een groot aantal in jachtvliegtuigen gemeten belastingshistories met behulp van het CORPUS-model geanalyseerd. Hierbij bleek dat de scheuropeningspanning S_{op} een minimumwaarde aanneemt die bepaald wordt door de hoogste en de laagste belastingen die in het spectrum voorkomen, betrokken op een periode die samenhangt met het "geheugen" van het materiaal. Van deze eigenschap wordt gebruik gemaakt bij het berekenen van de "CSI" van een gemeten spectrum. Een berekening wordt globaal als volgt uitgevoerd. Eerst wordt van alle in het spectrum aanwezige belastingswisselingen (σ_{max} , σ_{min}) een effectieve spanningsrange $\Delta\sigma_{eff} = \sigma_{max} - \sigma_{op}$ bepaald, waarbij de openingsspanning σ_{op} voornamelijk bepaald wordt door de belastingniveau's die éénmaal per dertig vluchten worden overschreden. Daarna wordt de CSI van het spectrum bepaald uit

$$CSI = \sum_{\text{spectrum}} (\Delta\sigma_{eff})^m$$

waarbij m een materiaalparameter is.

De aldus bepaalde CSI is een maat voor de relatieve zwaarte van het belastingsspectrum. Vergelijkende scheurgroeioproeven (zie fig.8), uitgevoerd onder een groot aantal sterk uiteenlopende belastingsspectra, toonden aan dat de

CSI een verrassend goede maat is voor de relatieve scheurgroeisnelheid. Een belastingsspectrum met tweemaal zo hoge CSI zal een scheur van a_1 naar a_2 doen groeien in half zo veel vluchten.

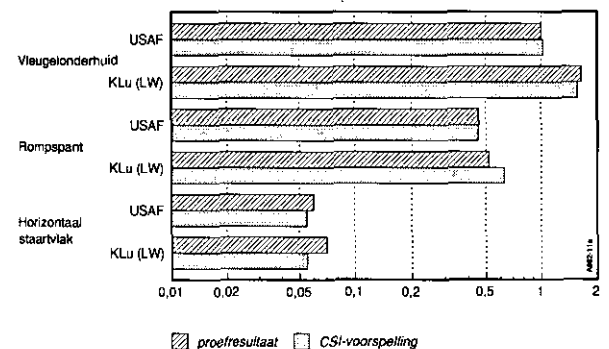


Fig. 8 - Vergelijking van gemeten en voorspelde waarden van de Crack Severity Index (CSI) voor F-16-vliegtuigen onder verschillende belastingsspectra. De CSI is omgekeerd evenredig met de scheurgroei-levensduur

5.2

Numerieke stromingssimulatie: methoden, technieken en hulpmiddelen

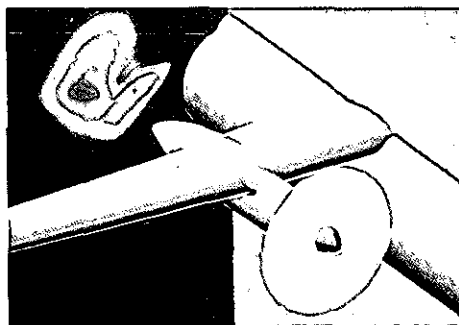
Inleiding

Door de spectaculaire toename van de reken capaciteit van de zogenaamde supercomputers en de gelijktijdige vooruitgang op het gebied van de numerieke modellering en oplossing van stromingsvergelijkingen is de numerieke stromingssimulatie gedurende de laatste decennia een steeds grotere rol gaan spelen. Numerieke stromingssimulatie (in het Engels Computational Fluid Dynamics, of kortweg CFD) wordt om verschillende redenen toegepast bij het ontwerpen van de aërodynamische vormgeving van nieuwe vliegtuigtypen door de industrie.

Aërodynamische eigenschappen kunnen verwezenlijkt worden die zonder numerieke stromingssimulatie niet kunnen worden gerealiseerd. Zo kan een nieuwe vleugelgeometrie worden bepaald die de optimale drukverdeling genereert, door middel van een inverse methode.

Numerieke stromingssimulatie levert ook een beter inzicht in het gedrag van gemeten, totale waarden van krachten en momenten van een configuratie als functie van de aanstroombcondities. Zo kan de totale weerstandscoefficiënt worden gesplitst in fundamentele delen, en de maximale liftcoëfficiënt worden verklaard in termen van de wisselwerking tussen verschillende elementaire, viskeuze stromingsprocessen. Tevens maakt numerieke stromingssimulatie het mogelijk de tijd die nodig is voor het bepalen van de aërodynamische vormgeving, te verkorten.

Numerieke stromingssimulatie is complementair aan het uitvoeren van metingen in windtunnels. Meetresultaten kunnen dan dienen ter verificatie van een ontwerp dat met behulp van numerieke simulatie is tot stand gebracht. Het complementair gebruik van numerieke stromingssimulatie en metingen in windtunnels is een voorwaarde geworden voor het behoud van de concurrentiepositie van de zelfontwikkende vliegtuigindustrie.



Verdeling van de totale druk in een vlak achter de vleugel, berekend met behulp van de Euler-vergelijkingen, voor een propeller/motorgondel/vleugel/romp-configuratie.

Methoden

Het NLR ontwikkelt al geruime tijd, gedeeltelijk in samenwerking met de lucht- en ruimtevaartindustrie, methoden voor numerieke stromingssimulatie.

Daarvoor ontwikkelt en gebruikt het NLR informatiesystemen, die het mogelijk maken dat deze methoden zowel in de industrie bij het ontwerpproces als in het laboratorium bij het onderzoek kunnen worden toegepast. Hoewel er een verschuiving optreedt naar nauwkeuriger, meer volledige methoden, worden ook de eenvoudige methoden nog toegepast.

Methoden in de theoretische aërodynamica

De methoden voor numerieke stromingssimulatie die van belang zijn voor het aërodynamisch ontwerp van vliegtuigen bestrijken een breed terrein met ruime mogelijkheden voor grensverleggende onderzoeks- en ontwikkelingswerkzaamheden. Eén van de manieren om dit brede terrein in kaart te brengen is door vlakten met verschillende hoogte te identificeren die corresponderen met verschillende niveau's van benadering in de theoretische aërodynamica:

- I. Directe simulatie van de transitie van laminair naar turbulent en van turbulentie door de Navier-Stokes-vergelijkingen;
- II. "Large eddy"-simulatie van turbulente stromingen door de Navier-Stokes-vergelijkingen, met een turbulentiemodel voor kleinschalige turbulentie;
- III. Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen met een turbulentiemodel voor groot- en kleinschalige turbulentie;
- IV. Euler-vergelijkingen en grenslaagvergelijkingen;
- V. Potentiaalvergelijking en grenslaagvergelijkingen.

Deze opeenvolgende niveau's I tot en met V vertegenwoordigen een reeks met een afnemende mate van volledigheid van het aërodynamische model.

Directe simulatie

Op het hoogste niveau bevindt zich de simulatie door de Navier-Stokes-vergelijkingen, die alle voor de stroming om een vliegtuig relevant

te aërodynamische processen, inclusief de transitie van laminaire naar turbulente stroming en de turbulentie, nauwkeurig beschrijven. Voor grote getallen van Reynolds is simulatie op dit niveau van de aërodynamica nog niet toepasbaar omdat de daarvoor vereiste computer capaciteit niet beschikbaar is.

"Large eddy"-simulatie

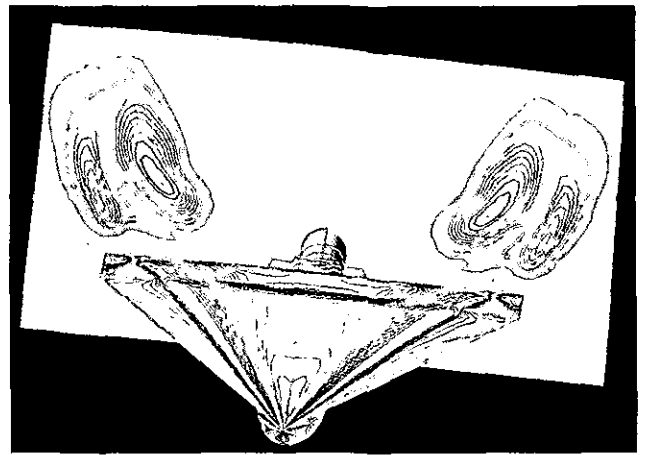
Eén niveau lager ligt de "large eddy"-simulatie van turbulente stromingen. Indien het verloop van een fluctuerende stromingsgrootheid in de tijd wordt gegeven in termen van een superpositie van golven van verschillende golflengten, dan worden bij "large eddy"-simulatie de lange golven ("large eddies") nauwkeurig beschreven door de Navier-Stokes-vergelijkingen terwijl het effect van de korte golven wordt gerepresenteerd door een turbulentiemodel. De vereiste computercapaciteit voor "large eddy"-simulatie is kleiner dan die voor directe simulatie (niveau V) zodat bij gelijke computercapaciteit met "large eddy"-simulatie grotere getallen van Reynolds kunnen worden bereikt dan met directe simulatie.

Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen

Op niveau III worden groot- en kleinschalige turbulentie gerepresenteerd door een turbulentiemodel. De Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen zijn afgeleid van de Navier-Stokes-vergelijkingen, door te middelen over een tijdsinterval dat lang is op de tijdschaal van de turbulente fluctuaties. Deze middeling introduceert nieuwe termen die worden gemodelleerd door een turbulentiemodel. Met geschikte turbulentiemodellen en de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen kunnen belangrijke aërodynamische eigenschappen zoals de maximale draagkracht, de schudgrens en de weerstand ten gevolge van schokgolf/grenslaaginteractie berekend worden. Voor profielstromingen zijn dergelijke berekeningen uitgevoerd met de NEC SX-2 supercomputer (zie afb. pag. 70). Het beperkte geldigheidsbereik van de thans beschikbare turbulentiemodellen vereist gedetailleerde vakkennis voor toepassingen op niveau III van het aërodynamische terrein.

Euler-vergelijkingen en grenslaag-vergelijkingen

Op het volgende, lager liggende niveau van benadering wordt de stroming gesplitst in een deel dat zich gedraagt als een niet-viskeus, niet-warmtegeleidend medium, en een deel



Isobarenpatroon (op de vleugel) en verdeling van de totale druk (in een vlak achter de vleugel) berekend met behulp van de Euler-vergelijkingen voor een delta-vleugel/ramp-configuratie.

waarin de effecten van viscositeit, warmtegeleiding en turbulentie niet verwaarloosbaar klein zijn. Onder condities waarbij de directe effecten van viscositeit, warmtegeleiding en turbulentie beperkt blijven tot een grenslaag op het vliegtuigoppervlak, wordt de stroming in het grootste deel van de stromingsruimte nauwkeurig beschreven door de Euler-vergelijkingen. De afhankelijke variabelen in de Euler-vergelijkingen zijn identiek aan die van de Navier-Stokes-vergelijkingen. Schokgolven, sliplagen, wervellagen, wervelstromingen, propellerslipstromen en turbofanuitlaatstralen kunnen dan ook met de Euler-vergelijkingen worden gemodelleerd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de ruimtelijke positie van wervellagen, wervelstromingen, propellerslipstromen, etc. niet a priori bekend hoeft te zijn, maar een onderdeel vormt van de oplossingen van de Euler-vergelijkingen. Routinematige toepassing van numerieke stromingssimulatie op basis van de Euler-vergelijkingen is bij het NLR mogelijk geworden door de komst van de NEC SX-2 supercomputer, begin 1988. De numerieke oplossing van de Euler-vergelijkingen voor een transsonische stroming om een deltavleugel, bij aanwezigheid van een voorrandwervel en interferentie tussen schokgolven en wervelstromingen, vergt met de SX-2 ongeveer vier uur rekentijd, wanneer 1 miljoen netwerkpunten en 3000 tijdstappen gebruikt worden. De diversiteit van de aërodynamische processen die op basis van de Euler-vergelijkingen kunnen worden gesimuleerd maakt dat het aërodynamische landschap op niveau II een ruime schakering heeft.

Potentiaalvergelijking en grenslaag-vergelijkingen

Het eenvoudigste niveau van benadering in de theoretische aërodynamica wordt gevormd

door de volledige-potentiaalvergelijking en de gelineariseerde potentiaalvergelijking. Deze potentiaalvergelijkingen hebben slechts één afhankelijke variabele en vereisen daardoor minder computercapaciteit dan de Euler- en Navier-Stokes-vergelijkingen. Methoden gebaseerd op de volledige-potentiaalvergelijking, in combinatie met inverse methoden gebaseerd op de gelineariseerde potentiaalvergelijking, worden gebruikt voor de berekening van vleugelgeometrieën met een optimale drukverdeling. Het ontwerpen van één vleugelgeometrie door twaalf opeenvolgende oplossingen van de volledige-potentiaalvergelijkingen te berekenen vergt ongeveer twee uur rekentijd op de NEC SX-2 supercomputer.

Technieken

Numerieke technieken

De technieken die worden gebruikt om tot een numerieke oplossing van de stromingsvergelijkingen te komen bestaan uit:

- discretisatie van het aërodynamische oppervlak en de omringende stromingsruimte: netwerkgeneratie;
- discretisatie van de stromingsvergelijkingen op het desbetreffende niveau, in het algemeen leidend tot een stelsel van niet-lineaire algebraïsche vergelijkingen;
- oplosmethode voor de gediscretiseerde stromingsvergelijkingen: het algoritme.

Alvorens een op deze technieken gebaseerde methode voor numerieke stromingssimulatie door de industrie kan worden gebruikt bij het ontwerpen van een vliegtuig vindt verificatie en validatie plaats, in drie fasen:

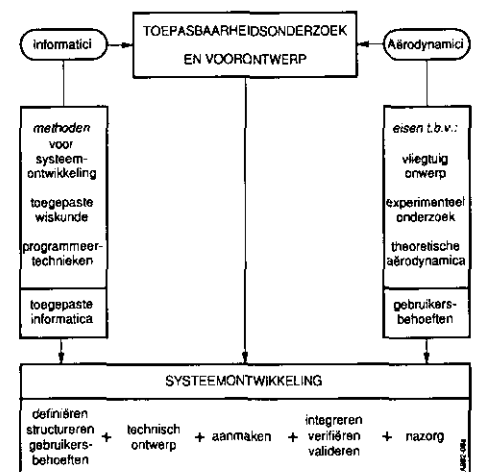
- de verificatie van de consistentie van de discrete stromingsoplossing met de beschrijvende vergelijkingen (door middel van opeenvolgende netwerkverfijning);
- de verificatie van de consistentie van de numerieke methode door vergelijking met consistente oplossingen verkregen uit een alternatieve aanpak ("code-to-code-comparison");
- de validatie, de vergelijking van de numerieke oplossing met experimentele gegevens uit metingen in windtunnels en vliegproeven.

De oplossing van de stromingsvergelijkingen kan worden geïnspecteerd door middel van technieken voor visualisatie. Uit deze oplossing kunnen grootheden zoals de weerstandscoefficiënt worden berekend.

Informatica-technieken

Omdat de informatiesystemen met methoden voor numerieke stromingssimulatie die het NLR ontwikkelt geheel of gedeeltelijk door de industrie worden toegepast bij het ontwerpen van vliegtuigen, moet de kwaliteit van deze "produkten" van het NLR gegarandeerd kunnen worden. Daarom wordt een informatica-techniek toegepast die rekening houdt met de onzekerheden bij de fysische modellering, de numerieke wiskunde, en de implementatie. Deze techniek is tevens afgestemd op interdisciplinaire samenwerking, omdat bij de ontwikkeling van een methode voor numerieke stromingssimulatie specialisten uit de disciplines aërodynamica, wiskunde, en informatica met elkaar samenwerken.

De informatica-techniek komt tot uiting in de fasering van de ontwikkeling van de methoden voor numerieke stromingssimulatie, en in de structurering van de software-omgeving die wordt gebruikt bij deze ontwikkeling.



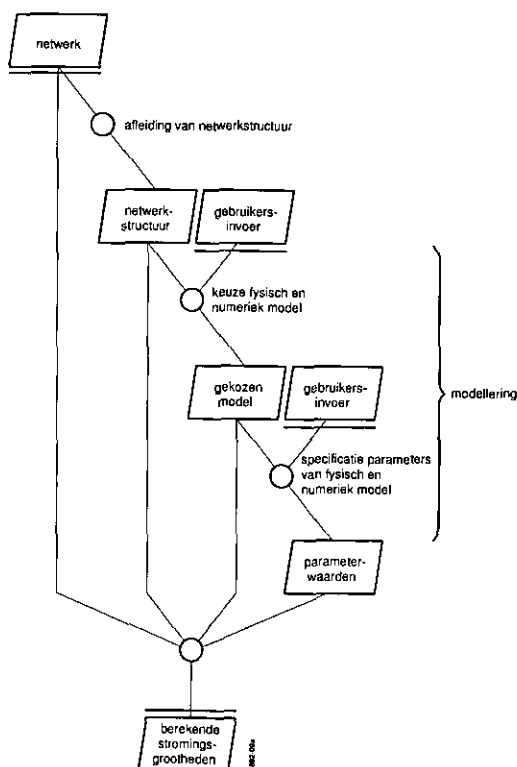
Fasering en taakverdeling bij de systeemontwikkeling maken interdisciplinaire samenwerking mogelijk.

Gefaseerde ontwikkeling

Allereerst worden door specialisten van verschillende disciplines, in overleg met de gebruiker, de zogenaamde kritieke eisen vastgesteld. Als niet aan deze kritieke eisen kan worden voldaan, of als niet kan worden vastgesteld of eraan wordt voldaan (bijvoorbeeld door het ontbreken van referentie-informatie), heeft de ontwikkeling van een numerieke stromingssimulatiemethode geen zin.

In de volgende fasen wordt in steeds meer detail duidelijk: welke berekeningen de gebruiker met de numerieke stromingssimulatiemethode moet kunnen uitvoeren (daarbij wordt een testplan gebruikt), hoe de gebruiker de methode kan bestuderen (vastgelegd in de gebruikershandleiding) en hoe de programmatuur is opgebouwd (het software-ontwerp). In elke fase is duidelijk omschreven wat er gemaakt moet worden: tijdens de ontwikkeling van de numerieke stromingssimulatiemethode worden de bovengenoemde onzekerheden vervangen door zekerheden. Bij voorstellen voor wijzigingen, bijvoorbeeld in de fysische modellering, wordt eveneens eerst nagegaan of aan de kritieke eisen voldaan kan worden, waarna de volgende fasen worden doorlopen.

Generiek model van het deeltraject van netwerk tot berekende stromingsgrootheden van het proces van de ontwikkeling van een systeem voor numerieke stromingssimulatie.



Als laatste stap van de ontwikkeling van de numerieke stromingssimulatiemethode wordt het toepassingsgebied van de methode onderzocht, de validatie.

Structurering van de software-omgeving

De aanpak van de ontwikkeling van methoden voor numerieke stromingssimulatie is gebaseerd op een generiek model van het proces van numerieke stromingssimulatie. Dit generieke model bestaat uit een beschrijving van de van elkaar te onderscheiden delen van het proces. Op het hoogste niveau leidt dit tot de decompositie in de deelprocessen geometrie-behandeling, netwerk-generatie, flow solver, en post-processing. Door deze vierdeling te gebruiken bij verschillende methoden voor numerieke stromingssimulatie is het mogelijk voor sommige deelprocessen gebruik te maken van dezelfde programmatuur. Zo wordt op dit moment VISU3D als standaardmethode gebruikt voor de visualisatie van stromingsvelden. Er wordt geprobeerd om ook op meer detail-niveau generieke modellen te ontwikkelen, met name voor grid generators en voor flow solvers. De op functioneel niveau van elkaar te onderscheiden delen van het proces worden op transparante wijze gerelateerd aan op technisch niveau te onderscheiden software-eenheden. Deze worden 'methods' genoemd.

Voor de validatie van ontwikkelde methoden voor numerieke stromingssimulatie dienen zowel methoden als referentie-informatie beschikbaar te zijn. Om deze methoden en informatie te beheren worden de informatica-technieken data-management en method-management toegepast. Hiervan wordt ook uitgegaan bij het nationale ISNaS-samenwerkingsverband, waarin het NLR in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium (WL), de Universiteit Twente (UT) en de Technische Universiteit Delft (TUD) een informatiesysteem ontwikkelen voor stromingssimulatie op basis van de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen. Hierbij worden de boven beschreven technieken toegepast, wat de technische basis vormt voor doelmatige samenwerking met universiteiten, onderzoeksinstellingen en industrie. Het ISNaS-samenwerkingsverband heeft daardoor een luxe-probleem. Dit is dat zich steeds meer universitaire groepen melden om het als platform te gebruiken voor onderzoek en kennisuitwisseling. Dit is recentelijk erkend door NWO die het samenwerkingsverband het predicaat expertise-centrum heeft gegeven.

Hulpmiddelen

Voor de ontwikkeling van informatiesystemen met methoden voor numerieke stromings-simulatie beschikt het NLR over hulpmiddelen in de vorm van software-pakketten, het computernetwerk van het NLR en toegang tot nationale en internationale netwerken. De software-pakketten zijn hulpmiddelen bij data-management, method-management en computerge-steunde ontwikkeling van software. Het computernetwerk van het NLR biedt daarbij een super-computer voor intensief rekenwerk, een main-frame-computer voor de ontwikkeling van software en voor het beheer van methoden en informatie, en werkstations voor visualisatie.

Nationale en internationale samenwerking

Zowel bij de uitvoering van stromingssimulaties als bij de ontwikkeling van methoden daarvoor werkt het NLR samen in nationaal en internationaal verband. Numerieke stromingssimulaties met behulp van de Euler-vergelijkingen van propellerslipstromen zijn door het NLR uitgevoerd in samenwerking met Fokker en Aeritalia (Napels). Numerieke simulatie van wervelstromingen, eveneens met behulp van de Euler-vergelijkingen, voor deltavleugels wordt uitgevoerd in samenwerking met DLR, MBB, Dornier, TU-Braunschweig, BAe, RAE, Aeromacchi, Agusta en Aeritalia. Bij de samenwerking wordt gebruik gemaakt van het nationale SURF-netwerk en van het internationale EASnet.

Door de geïntegreerde toepassing van zijn kennis op het gebied van de *aërodynamica*, de numerieke wiskunde en de informatica kan het NLR, in samenwerking met andere nationale instellingen en met buitenlandse zusterinstellingen, de industrie de middelen voor numerieke stromingssimulaties verschaffen die nodig zijn voor de efficiënte ontwikkeling van nieuwe vliegtuigtypen.

5.3 Computergesteund ontwerpen en fabriceren van windtunnelmodellen

Inleiding

Het ontwerpen en produceren van windtunnelmodellen is één van de belangrijkste activiteiten van de Technische Diensten van het NLR. Daarbij is kenmerkend, dat er onderdelen moeten worden geproduceerd met oppervlakken die een complexe enkelvoudig of dubbel gekromde vorm hebben.

Bij de produktie van dergelijke oppervlakken kunnen in grote lijnen, onafhankelijk van de toegepaste technieken, steeds de volgende stappen worden onderscheiden. Allereerst het verwerken van de invoergegevens tot een zo compleet mogelijke geometrische beschrijving van het oppervlak. Vervolgens het bepalen van de gereedschapbewegingen voor het stapje voor stapje bewerken van het oppervlak. En daarna het daadwerkelijk machinaal bewerken, het met de hand afwerken en tenslotte de controle van het oppervlak.

De invoergegevens kunnen bestaan uit reeksen coördinaten, maar ook uit allerlei algebraïsche vormen. Typerend is echter dat het steeds om grote hoeveelheden gegevens gaat.

Steeds verdergaande eisen met betrekking tot de vormintegriteit en de nauwkeurigheid van de te produceren oppervlakken en met betrekking tot de doorlooptijden noodzaken tot geïntegreerd computergesteund ontwerpen en fabriceren.

De Technische Diensten van het NLR hebben in 1990 een systeem voor computergesteund ontwerpen en fabriceren van windtunnelmodellen in gebruik genomen dat is gebaseerd op het programmapakket CATIA®* dat is ontwikkeld door Dassault Systemes, en op de markt wordt gebracht door IBM. Het pakket is geïnstalleerd op apparatuur van IBM. Het systeem voorziet zowel in een koppeling naar het computernetwerk van het NLR als naar de numeriek bestuurde freesmachines. Bovendien is gezorgd voor een goede koppeling tussen de functies voor het ontwerpen en die voor het fabriceren.

Kenmerken van windtunnelmodellen

De uitwendige oppervlakken van windtunnelmodellen worden veelal door complexe enkelvoudig of dubbel gekromde vormen bepaald. De invoergegevens voor de produktie daarvan bestonden tot voor kort uit de coördinaten van een beperkt aantal punten op het oppervlak of uit eenvoudige wiskundige (canonische) vormen. Sinds enige tijd echter worden ook complete polynomische vormen aangeboden. Voor de fabricage van dergelijke oppervlakken kan gebruik worden gemaakt van diverse bewerkingstechnieken, zoals draaien, schaven, slijpen of frezen. De belangrijkste daarvan is zonder twijfel de bewerking door middel van frezen en in bijzonder het numeriek bestuurd (Numerical Controlled, NC) frezen. Typerend

voor het NC-frezen van complex gevormde oppervlakken is dat er een zeer grote hoeveelheid stuurgegevens voor nodig is. Dit omdat de oppervlakken worden gerealiseerd door het trekken van vele beschrijvende lijnen over het oppervlak met behulp van een frees, die raakt aan het te fabriceren oppervlak. Tijdens dit proces, het zogenaamde contouren, beweegt de frees gelijktijdig in de drie asrichtingen van het ene punt naar het volgende punt, onder voortdurende controle van de machinebesturing. Het uiteindelijk te fabriceren oppervlak wordt hierna verkregen door afwerking met de hand, het stroken. De vormintegriteit van het zo geproduceerde oppervlak, ofwel de mate waarin de vorm overeenkomt met de door de opdrachtgever bedoelde vorm, hangt sterk af van de aard van de invoergegevens en van de manier waarop deze verwerkt worden tot stuurgegevens. Door de wijze van fabriceren van windtunnelmodellen, waaronder een fase van afwerking met de hand, zal de lijnafstand bij het contouren een belangrijke factor zijn bij de te realiseren vormnauwkeurigheid. Dit betekent dat met het verbeteren van de mogelijkheden voor het genereren van stuurgegevens ook de vormnauwkeurigheid zal verbeteren.

Om bij de produktie van windtunnelmodellen een korte doorlooptijd te bereiken is het van groot belang dat de verschillende stappen van het produktieproces zoveel mogelijk parallel verlopen. Een hoge mate van integratie van de verschillende stappen is dan ook gunstig voor de doorlooptijd.

Overwegingen bij de introductie van een geïntegreerd CAD/CAM-systeem

Met de introductie van een geïntegreerd CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)-systeem werd beoogd de volgende doelstellingen te bereiken:

- verruiming van de mogelijkheden in de verschillende stappen van het produktieproces;
- verbetering van de kwaliteitsgarantie;
- verkorting van de doorlooptijden.

Als randvoorwaarde werd daarbij met betrekking tot de produktiekosten gesteld dat de introductie van het systeem uiteindelijk kostenneutraal zou moeten uitwerken.

* CATIA® is een geregistreerd handelsmerk van Dassault Systèmes

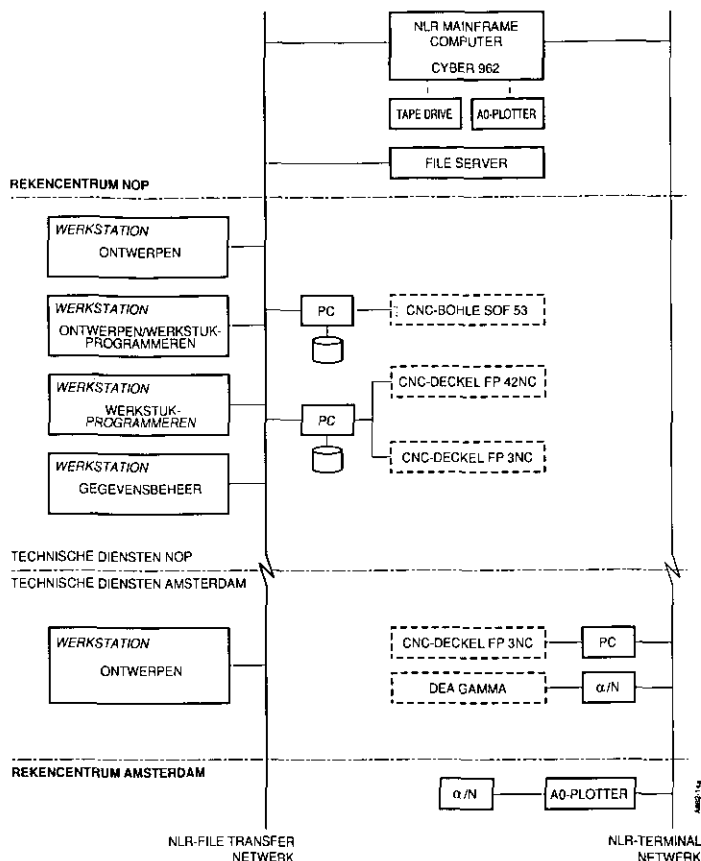


Fig. 1 - Schematisch overzicht van het geïntegreerde CAD/CAM-systeem bij de Technische Diensten.

Beschrijving van het CAD/CAM-systeem

Het geïntegreerde CAD/CAM-systeem is schematisch weergegeven in figuur 1. Het hart van het systeem wordt gevormd door het programmapakket *Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application* (CATIA®) geïnstalleerd op apparatuur van IBM. Dit systeem neemt een vooraanstaande plaats in in de wereld van de vliegtuig- en ruimtevaart-ontwikkeling, waardoor de uitwisseling van gegevens met opdrachtgevers wordt vergemakkelijkt.

Het betreffende systeem omvat twee werkstations voor het ontwerpen, één voor het werkstukprogrammeren, één voor zowel het ontwerpen als het werkstukprogrammeren en verder één werkstation voor gegevensbeheer, programmabeheer en programma-ontwikkeling en één file server voor systeembeheer.

De werkstations voor ontwerpen en werkstukprogrammeren zijn opgebouwd uit een RISC System/6000 Powerstation 320 waarop de programma's zijn geïnstalleerd en de berekeningen worden uitgevoerd, een Graphical Processor die de grafische presentatie op het beeldscherm en de manipulatie van het gepresenteerde beeld verzorgt en een Graphical Display die de gebruikersinterface vormt. Een X-station 120 met Graphical Display wordt gebruikt voor het beheer van het werkstation en voor het uitvoeren van analyses.

Randapparatuur, die waar dat mogelijk is wordt

gedeeld, verzorgt de listings, de plots en de hard copies, die nodig zijn tijdens het productieproces. Voor wat betreft de programmatuur zijn de werkstations uitgerust met CATIA® (Version 3 release 2) programma's en met deels in eigen-beheer ontwikkelde programma's voor specifieke toepassingen en procedures.

De uiteindelijke functionaliteit van de werkstations wordt bepaald door de samenstelling van het programmapakket en de opbouw van de randapparatuur.

De opbouw van het workstation voor ontwerpen en werkstukprogrammeren is weergegeven in figuur 2. De opstelling bij het workstation voor werkstukprogrammeren wordt getoond in figuur 3.

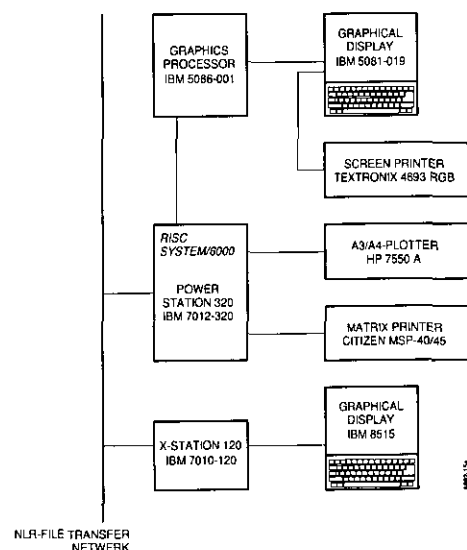


Fig. 2 - Opbouw van het workstation voor ontwerpen en werkstukprogrammeren.

De betreffende werkstations zijn geplaatst bij de Technische Diensten.

Dit laatste geldt ook voor het workstation voor gegevensbeheer en programmabeheer en -ontwikkeling. Dit workstation bestaat uit een X-station 120 en een kleurenbeeldscherm, en functioneert in combinatie met de server.

De server is geplaatst bij het Rekencentrum van het NLR en wordt gebruikt voor het beheer van gegevens en programma's, het ontwik-

kelen van programma's, het ondersteunen van de bibliotheek-functie, het installeren en onderhouden van programma's en voor het verzorgen van de back-up van gegevens en programma's. De server bestaat uit een RISC System/6000 Powerstation 320 en een ASCII-terminal en is voorzien van een External tape drive. De werkstations en de server zijn met elkaar verbonden door middel van het file transfer netwerk van het NLR, een Ethernet netwerk. Naast het CATIA®/IBM-systeem maken ook de aansluitingen tussen dit systeem en de CNC-freesmachines (met behulp van de computer numeriek bestuurd freesmachines) en de 3D-lengte-meetmachine deel uit van het geïntegreerde CAD/CAM-systeem. De CNC-freesmachine die doorlopend worden ingezet voor het contouren, zijn via PC's aangesloten aan het file transfer netwerk. Hierdoor kunnen de stuurgegevens direct vanaf het workstation via het netwerk worden overgebracht naar de PC's bij de machines. De CNC-freesmachine die incidenteel wordt ingezet voor het contouren, is via een PC aangesloten aan het terminal netwerk van het NLR. De stuurgegevens worden in dit geval vanaf de werkstations via het netwerk en de mainframe computer overgebracht naar de PC. De 3D-lengtemeetmachine tenslotte is via een alphanumerieke terminal aangesloten aan het terminal netwerk. Via dit netwerk worden de meetgegevens overgebracht naar de mainframe computer en daar vanaf de werkstations geïnterpreteerd. In het kader van het geïntegreerde CAD/CAM-systeem wordt nog gebruik gemaakt van de centrale computerfaciliteiten voor het inlezen van door de opdrachtgevers toegeleverde invoergegevens, voor het maken van de benodigde 2D-tekeningen en plots en voor het archiveren van gegevens.

Fig. 3 - Workstation voor het werkstukprogrammeren.



Wijze van werken met het CAD/CAM-systeem

Bij het werken met het geïntegreerde CAD/CAM-systeem kunnen de volgende stappen worden onderscheiden:

- De invoergegevens, die toegeleverd worden door de opdrachtgever, worden gecontroleerd en ingevoerd in het systeem. Nagegaan wordt of de gegevens compleet zijn en of ze de juiste vorm hebben om ingevoerd te kunnen worden. Waar dat nodig is worden in overleg met de opdrachtgever aanpassingen verricht.
- Uitgaande van de ingevoerde geometriegegevens en de specificatie van het te produceren windtunnelmodel wordt het 3D-ontwerpmodel gegenereerd. Daarbij biedt het systeem de mogelijkheid om een verscheidenheid aan oppervlakdefinities te hantieren. Het betreft daarbij 3D-draadmodelgeo-

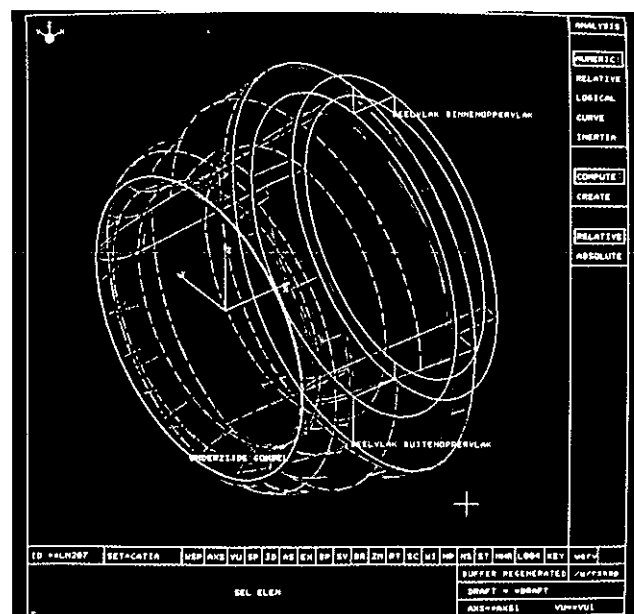
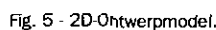


Fig. 4 - 3D-ontwerpmodel.

Productie van een onderdeel

In de fotorapportage van figuur 4 tot en met figuur 11 zijn de verschillende stappen weergegeven van de productie van een onderdeel van een windtunnelmodel. Het betreft de neus van de motorgondel van het model F28 15-19. Dit model is geproduceerd in verband met de ontwikkeling van het Fokker 130-vliegtuig.

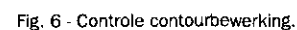
- Het 3D-ontwerpmodel wordt geanalyseerd. Berekeningen worden uitgevoerd met



- Uitgaande van het 3D-ontwerpmodel worden de 2D-ontwerpmoellen aangemaakt. De ontwerpgegevens, de tekentechnische gegevens en de fabricagegegevens worden daarbij gecombineerd. Indien nodig kan het 3D-ontwerpmodel nog worden aangepast.

- Daartoe worden allereerst op basis van het 3D-ontwerpmodel de (3D) NC-modellen aangemaakt. Het 3D-ontwerpmodel wordt opgedeeld in zogenaamde "faces" die overeenkomen met de elementen van het beoogde plan voor de bewerking, waarna rekening houdend met de te

Nadat tenslotte is nagegaan of de machinebewegingen, zoals die zijn vastgelegd in de CL-files, nog overeenstemmen met die van de



De feitelijke bewerking op de CNC-machine kan nu beginnen. Daarvoor zijn namelijk de 2D-tekeningen en de op een werkplan gebaseerde stuurgegevens nodig.

Opgemerkt moet worden dat de boven beschreven stappen voor een deel parallel kunnen ver-

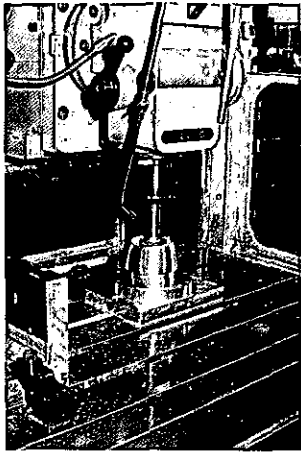


Fig. 7 - Contourbewerking.

lopen. Zo kan na het genereren en analyseren van het 3D-ontwerpmodel zowel begonnen worden met het aanmaken van de 2D-ontwerpmoellen en 2D-tekeningen als met het aanmaken van de gegeneraliseerde machine-instructies, hetgeen een belangrijke winst in doorlooptijd kan betekenen.

Naast de bewerking op CNC-machines maken nog allerlei andere werkzaamheden, zoals conventionele bewerkingen, handmatig afwerken van onderdelen, montages, instrumentaties en oppervlaktebehandelingen, deel uit van de fabricage van windtunnelmodellen. Hierbij speelt het geïntegreerde CAD/CAM-systeem een ondergeschikte rol. Anders ligt dat voor tussentijdse controles en eindcontroles. Hierbij worden de gemeten vormen met behulp van speciale programma's getoetst aan het 3D-ontwerpmodel. Het betreft daarbij zowel metingen, die uitgevoerd zijn op de 3D-lengtemeetmachine, als andere metingen.

Bevindingen met het CAD/CAM-systeem

Het geïntegreerde CAD/CAM-systeem is thans ongeveer een jaar bij de Technische Diensten in gebruik. Inmiddels maken vijf ontwerpers en drie werkstukprogrammeurs gebruik van het systeem. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de mogelijkheid oppervlakken te produceren die gedefinieerd zijn door polynomische vormen. Vooral als gevolg van de grote nauwkeurigheid van de hulpmiddelen voor analyse en de uitgebreide voorzieningen voor grafische presentatie, is de kwaliteit van het ontwerpen verbeterd. Hetzelfde geldt voor de integriteit van de geproduceerde oppervlakken. De verbeterde reken- en controlemogelijkheden en het feit dat de overdracht van gegevens geheel binnen het systeem wordt gerealiseerd spelen hierbij een belangrijke rol.

Vooruitgang werd bereikt bij de verkorting van de doorlooptijd. Dit komt vooral doordat bij het ontwerpen direct kan worden uitgegaan van de invoergegevens en bij het werkstukprogrammeren van het al in het systeem aanwezige 3D-ontwerpmodel. Van belang is ook dat het werkstukprogrammeren kan beginnen zodra het 3D-ontwerpmodel gereed is. Gebleken is dat de tijd, benodigd voor het werkstukprogrammeren en voor het afwerken van oppervlakken met de hand, korter is geworden.

Vastgesteld is verder dat de mogelijkheid, door iteraties van de verschillende stappen in het productieproces een continu proces van optimalisering te bewerkstelligen, een belangrijke factor is bij het bereiken van een algemene kwaliteitsverbetering.

Gebleken is echter ook dat een gestructureerde en gedisciplineerde wijze van werken een vereiste is. Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de sterk toegenomen hoeveelheid gegevens die wordt verwerkt, de gemakkelijke toegankelijkheid van de gegevens en de mogelijkheid om bepaalde stappen van het productieproces parallel te laten verlopen. In verband daarmee zijn procedures en programma's ontwikkeld, waarbij er op gelet is dat de flexibiliteit, die bij de productie van windtunnelmodellen essentieel is, niet werd aangetast. Resumerend kan worden gesteld dat het geïntegreerde CAD/CAM-systeem van de Technische Diensten in korte tijd een niet weg te denken plaats heeft verworven bij het ontwerp en de productie van windtunnelmodellen. De verdere ontwikkeling van het systeem zal vooral gericht zijn op een verdergaande integratie van de ontwerpfase en de fabricagefase, een verdere verbetering van de beheersing van de gegevensstroom en een nadere afstemming op specifieke taken.

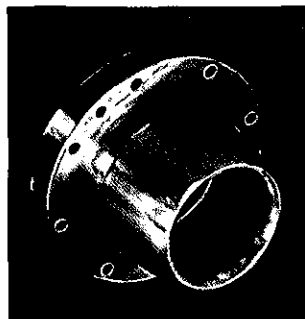


Fig. 8 - Gecontourde gondelneus.



Fig. 9 - Vormmeting op 3D-lengtemeetmachine.

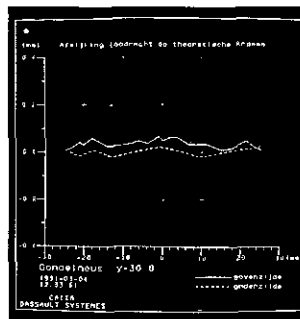


Fig. 10 - Geïnterpreteerde vormmeting op scherm.

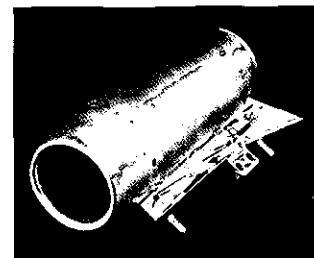


Fig. 11 - Geïntegreerde motorgondel.

Het aantal literatuuraanvragen in 1990 bedroeg 17699 (20826), hetgeen betekent dat per werkdag gemiddeld 80 (95) aanvragen behandeld werden (ter vergelijking zijn tussen haakjes de aantallen van 1989 vermeld).

De aanvragen zijn te onderscheiden in:
 Leenaanvragen als gevolg van attendering in het literatuuroverzicht van het NLR

- voor periodieken	2142 (5763)	
- voor rapporten, boeken en congresverslagen	4628 (4574)	
		6770 (10337)
Aanvragen voor kopieën van lezingen en tijdschriftartikelen genoemd in het literatuuroverzicht		1731 (1448)
		8501 (11785)
Overige literatuuraanvragen		
- van NLR-medewerkers	6723 (6569)	
- van andere bibliotheken in Nederland	2475 (2472)	
		9198 (9041)
	Totaal	17699 (20826)

Door het NLR werden 1778 (1731) literatuuraanvragen bij andere bibliotheken ingediend.

Eind 1990 bedroeg het aantal lopende abonnementen op periodieken 779 (771).

In totaal werden 10732 ontvangen afleveringen alsmede 60 jaarverslagen geregistreerd en opgenomen in het wekelijkse literatuuroverzicht. Verder registreerde de bibliotheek 270 (265) abonnementen op aanvullingen van losbladige uitgaven en de contributies van 115 (105) NLR-lidmaatschappen. In het verslagjaar werden 1030 (4225) nieuwe boeken, rapporten e.d. alsmede 1731 (2622) tijdschriftartikelen en lezingen onder de aandacht van de NLR-medewerkers gebracht. Het gegevensbestand (de geautomatiseerde bibliotheekcatalogus) groeide door het opnemen van 2558 (2596) nieuwe of gewijzigde "records" tot 62616 "records".

Een tweetal congressenlijsten werd verzorgd. De aankondigingen daarin zijn onderverdeeld in 36 rubrieken. In totaal werd geattendeerd op ruim 1150 congressen, conferenties, cursussen e.d., die in 1990 en 1991, voornamelijk in West-Europa en de V.S. zijn of zullen worden gehouden. De congresgegevens worden in een bestand ingevoerd, waardoor automatische sortering op rubriek en datum mogelijk is.

In 1990 hebben 34 instellingen en bedrijven hun rapporten e.d., al dan niet op aanvraag, toegestuurd aan het NLR in zijn functie van NASA Nationaal Centrum (NNC). Door het NLR/NNC zijn deze rapporten verzonden aan ESA-IRS (Frascati) ter opneming in het NASA-STAR-literatuurbestand. Dit betrof in totaal 841 rapporten en proefschriften, waaronder 37 NLR-rapporten. Van deze rapporten en van de rapporten die in 1989 waren opgestuurd, zijn er in 1990 in het NASA-STAR-literatuurbestand 665 opgenomen, inclusief 35 NLR-rapporten. Uit een analyse

van de literatuur van Nederlandse herkomst die aanwezig is in het NASA-STAR-literatuurbestand, blijkt dat 80 % van de in 1990 opgenomen Nederlandse publicaties via het NLR/NNC werd aangeleverd.

Tussen NASA en NTIS (de Amerikaanse National Technical Information Service) bestaat een overeenkomst over het uitwisselen van de bibliografische bestandsgegevens van relevante rapporten. Verschillende Nederlandse instellingen die technische rapportenliteratuur verzamelen voor diverse buitenlandse bestandbeheerders, zijn verenigd in de Werkgroep NTIS. Binnen deze werkgroep bestaat de afspraak om dubbel ontvangen rapporten en/of rapporten die buiten de disciplines van een specifiek bestand vallen, via de Bibliotheek van de Technische Universiteit Delft (BTUD) op te sturen voor opname in het multi-disciplinaire bestand van NTIS. Door deze werkwijze komt veel Nederlandse literatuur via het NTIS-bestand alsnog in het NASA-STAR-literatuurbestand terecht.

Omgekeerd komen nagenoeg alle in de NASA-STAR aanwezige Nederlandse publicaties door deze uitwisseling in het NTIS-bestand terecht. In 1990 zijn door het NLR/NNC 407 rapporten e.d. via de BTUD naar NTIS gestuurd. Door deze tweesporige toelevering vervult het NLR/NNC tevens een actieve rol (bijdrage ruim 40 %) bij de opname van Nederlandse "grijze" literatuur in NTIS.

Op verzoek van NLR-medewerkers wordt regelmatig literatuuronderzoek uitgevoerd in on-line literatuurbestanden, zoals NASA, NTIS, INSPEC, METADEX, COMPENDEX. De in de bibliotheek aanwezige PC's kunnen via internationale datanetwerken worden verbonden met een aantal externe "host" computersystemen (o.a. in Italië en de V.S.), waardoor meer dan 350 bestanden beschikbaar zijn voor literatuuronderzoek. In 1990 bedroeg het aantal zoekuren 507. Via EMITS, het tenderinformatiebestand van ESA, werden belanghebbenden elke veertien dagen op de hoogte gehouden van nieuwe ESA-tenders.

Model van een gedeelte van twee verkeersbruggen bij Zaltbommel, voor onderzoek in de LST.



Een groot aantal bezoekers uit binnen- en buitenland werd ontvangen in een of in beide vestigingen van het laboratorium. Er werd deelgenomen aan binnen- en buitenlandse airshows en diverse andere evenementen.

Verscheidene excursies werden georganiseerd.

Voor het personeel werden nieuwjaarsbijeenkomsten gehouden in beide vestigingen.



Lunch tijdens het Symposium
Luchtvaart en Milieu bij het NLR.

Van de vele bezoekers worden hier enkele genoemd:

Binnenlandse Bezoekers

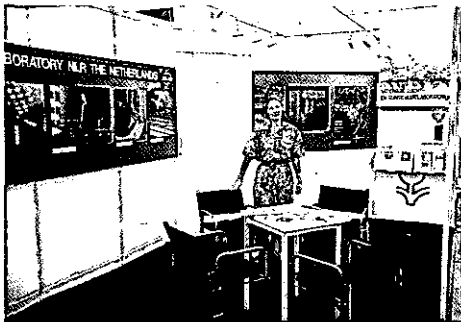
- Dr. R.J. van Duinen, lid van de Raad van Bestuur van de N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker;
- leden van de projectgroep "Technologie, Overheid en Samenleving" voor de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid;
- Prof.dr.s. P.A. Schenck, Rector Magnificus, ir. C. Boerman, voorzitter van het College van Bestuur en de hoogleraren prof.ir. H. Wittenberg en prof.dr.ir. J.L. van Ingen, van de TU-Delft;
- De heer H.J. van der Graaf (Brig.-gen. b.d.), Director of Center for Verification Technology;
- Leden van de fractie van de PvdA van de gemeenteraad van Amsterdam, die zich bezighouden met milieuzaken;
- Drs. F.W. Wierckx en drs. P. van Waterschoot van het Ministerie van Economische Zaken;
- De heer W.J.M. Zoet van de Nederlandse Ambassade te Jakarta;
- Ir. L.J. van Ameijden, plaatsvervangend President-Directeur van de Koninklijke Luchtvaart Maatschappij KLM;
- Stafleden van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN);
- De heer A.B.M. Frinking, lid van de fractie van het CDA in de Tweede Kamer;
- Dr. P. Kramer en enkele medewerkers van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), thans Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT);
- Lt.Gen. H. van der Valk, Gen.Maj.ir. J. Hartog, Gen.Maj. H.A. Couzy, SBN Th. J.N. van der Voort en Lt.Kol. W. van Dulleman van het Comité Materieel van het Ministerie van Defensie.

Buitenlandse Bezoekers

- Col. C.W. Brewer, L.Col. T.B. Miller en L.Col. E.B. Schneider van de Amerikaanse Ambassade;
- Sqd.Ldr. C. Corves en Flt.Lt. A. Snowball van de Royal Air Force, in het kader van het GPS-project;
- Mr. M.T. Peters, directeur van het Royal Aerospace Establishment (RAE), in gezelschap van mr. F.W. Armstrong, adjunct-directeur;
- Col. J.W. Schuman van EOARD (European Office Aerospace Research and Development) in gezelschap van Lt.Col. T.B. Miller van de Amerikaanse Ambassade en Lt.Kol.ir. J. Los en Lt.Kol.ir. W.J. Kauw van de Koninklijke Luchtmacht;
- Mr. W. Swan en mr. T. Thomassen van de U.S. Navy op bezoek bij de Koninklijke Luchtmacht;
- Medewerkers van Boeing;
- Leden van de Instrumentation and Data Systems Group van de ETW;
- Mr. C.T. Snyder, Director Aerospace Systems van NASA-Ames.

Excursies

De stand van het NLR op de tentoonstelling Asian Aerospace te Singapore.

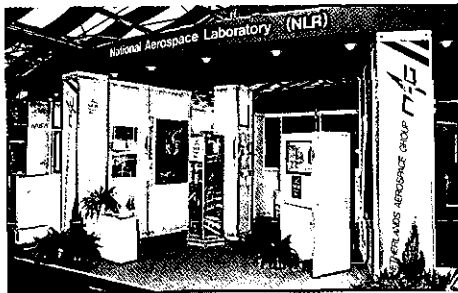


- Studenten van de Studievereniging "Mohres Ieren" van de TU-Twente;
- Medewerkers van Haeno, technisch onderdeel van de Koninklijke Luchtmacht, vliegbasis Leeuwarden;
- Studenten Informatica aan de Hogeschool Eindhoven;
- Studenten van de VSV "Leonardo da Vinci" van de TU-Delft;
- Leden van de Vereniging Vereende Vaandrifs van de KMA;
- Pakistaanse journalisten, op uitnodiging van Fokker in Nederland;
- Studenten van het "Lycée Technique Paul Lobie et Courbevoi" en het "Lycée Technique Chatenay-Malabry", Frankrijk;
- Informatica Studenten van de studieverenigingen "Gewis" en "Weis" resp. van de universiteiten van Eindhoven en Amsterdam;
- De dames van de NLR-Bestuursleden;
- Directieleden en bestuursleden van het Innovatie Centrum Flevoland/ Noordwest-Veluwe;
- Cadetten van de Koninklijke Militaire Academie (KMA);
- Medewerkers van de Rijksluchtvaartdienst en van de directie FEZ van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat;
- Technici van Scania Nederland BV te Zwolle.

Tentoonstellingen

- Tijdens het Symposium "Man-Machine Aspects in Civil Aviation", georganiseerd door het Avionica Dispuut van de faculteit der Elektrotechniek van de TU-Delft, verzorgde het NLR een tweetal presentaties.
- Tijdens het congres "Ristek" over Research and Technology in Indonesië, gehouden in Jakarta van 12 tot 15 februari, toonde het NLR zijn ruimtevaart-activiteiten.
- Het NLR nam deel aan de tentoonstelling "Asian Aerospace" te Singapore, die van 14 tot 18 februari 1990 voor de vijfde keer werd georganiseerd en derhalve groots was opgezet. Het Nederlands Centrum voor Handelsbevordering (NCH) verzorgde de Nederlandse inzending.
- Projecten uitgevoerd bij het NLR op het gebied van Remote Sensing werden getoond tijdens het BCRS-Symposium in het Congresgebouw te 's Gravenhage op 27 maart 1990.
- Gedurende de "Hannover Messe" presenteerde de hoofdafdeling Constructies en Materialen zich binnen de Nederlandse inzending "Holland Partnerland".
- Met het oog op de werving van personeel werd door de hoofdafdeling Informatica deelgenomen aan diverse Bedrijvendagen.

- Met het Fairchild Metro II-laboratoriumvliegtuig werd deelgenomen aan de Static Show tijdens de Battle of Britain Air Show, op Boscombe Down in Engeland.
- Met het Beechcraft Queen Air-laboratoriumvliegtuig gaf het NLR acte de présence in de Static Show tijdens de Airshow op Texel.
- Tijdens een groots opgezet internationaal congres (1500 deelnemers) op ruimtevaartgebied, "COSPAR", in het Congresgebouw te 's Gravenhage, was het NLR op de expositie vertegenwoordigd met een NLR-stand met foto's en een videopresentatie. Voorts werden er door het NLR demonstraties gegeven met TelePODI (Tele-operated Prototype Optical Diagnostic Instrument) op de gemeenschappelijke stand "Dutch Utilisation Center" (DUC).
- Tijdens "The 1990 International Conference on Noise Control Engineering" in Gothenburg (Zweden) presenteerde het NLR zich, voor het eerst, met een stand op de expositie. Velen van de 830 geregistreerde deelnemers toonden belangstelling voor een demonstratie van FANOMOS.
- Het NLR was in de stand van de Netherlands Aerospace Group (NAG) vertegenwoordigd tijdens de Farnborough Airshow, gehouden van 2 t/m 9 september 1990.
- Tijdens het Symposium "Controlling the Boom: Air Transport through the Nineties" georganiseerd door de VSV "Leonardo da Vinci" en de Rijksluchtvaartdienst, toonde het NLR haar activiteiten op het gebied van luchtverkeersleiding en milieubeheer.



Het NLR-gedeelte van de NAG-stand tijdens de Farnborough Air Show.



De stand van het NLR tijdens de conferentie INTERNOISE in Gothenburg.

Overige evenementen

- Bij het NLR in Amsterdam werd de jaarlijkse vergadering van de GARTEUR-Council gehouden onder voorzitterschap van prof.dr.ir. O.H. Gerlach;
- Gedurende vier dagen vergaderden leden van TSG (Technical Support Group) van NATO-NAVSTAR in Amsterdam;
- Gedurende vier dagen werden bij de afdeling Vliegeigenschappen en Vlucht-simulatie demonstraties gegeven van het gebruik van het Microwave Landing System (MLS) met behulp van de Vluchtnabootser;
- Ter gelegenheid van het tienjarig bestaan van de Duits-Nederlandse Windtunnel vond in de Noordoostpolder het Symposium "Ten years of testing at DNW" plaats;
- Op 25 oktober 1990 vond bij het NLR in de vestiging Amsterdam het Symposium "Luchtvaart en Milieu" plaats. Er was grote belangstelling voor milieugerelateerde onderwerpen zoals: ATC, FANOMOS, MLS, NARSIM, NAVSTAR-GPS, PHARE, geluidsbronnen bij vliegtuigen en geluidsberekeningen.

Het jaar 1990 begon met de gebruikelijke nieuwjaarsrecepties voor het personeel in zowel Amsterdam als de Noordoostpolder.

Op 16 mei 1990 werd door de Personeelsvereniging wederom de ontmoetingsdag voor gepensioneerden/VUT-ers en hun partners georganiseerd.

Inleiding

De Wetenschappelijke Commissie bracht in het verslagjaar aan het Bestuur onder meer adviezen uit over:

- Het “Overzicht 1989, Eigen speunwerk en Apparatuurontwikkeling NLR, Opdrachten van algemene aard NIVR”;
- Het “Werkplan voor 1991, waarin opgenomen de plannen voor de “Werkzaamheden in eigen beheer, in de jaren 1991 t/m 1995”.

Daarnaast werden, op verzoek van de Directie, vele rapporten beoordeeld op geschiktheid voor publikatie.

Het Bestuur is de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR zeer erkentelijk voor de terzake uitgebrachte adviezen.

Samenstelling

De samenstelling van de Wetenschappelijke Commissie en die van de Subcommissies was aan het einde van het verslagjaar als volgt:

Wetenschappelijke Commissie

Prof.dr.ir. P.J. Zandbergen, voorzitter
Prof.ir. C.J. Hoogendoorn
Prof.ir. P. Jongenburger
Prof.dr. T. de Jong
Prof.dr.ir. J.A. Steketee
Ir. P.G. Vermeulen, secretaris

Subcommissie voor Aërodynamica

Prof.dr.ir. J.A. Steketee, voorzitter
Dr.ir. R. Coene
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen
Prof.ir. E. Obert
Prof.ir. E. Torenbeek
Ir. N. Voogt
Prof.dr.ir. P. Wesseling
Prof.dr.ir. L. van Wijngaarden

Subcommissie voor Ruimtevaarttechniek

Prof.ir. H. Wittenberg, voorzitter
Dr. B. Baud
Prof.dr.ir. J.A.M. Bleeker
Ir. P.Ph. van den Broek
Dr.ir. N.J.J. Bunnik
Prof.dr. W. de Graaff
Ir. J.P. Groen
Prof.ir. N.J. Mulder
Prof.ir. K.F. Wakker
Prof.dr.ir. L.P. Ligthart

Subcommissie voor Sterkte en Materialen

Prof.dr.ir. J.F. Besseling, voorzitter
Prof.dr. Joh. Arbocz
Ir. F. Holwerda
Prof.ir. P. Jongenburger
Dr. P.V. Kandachar
Ir. A.N. Kraan
Kol.ir J.J. van der Nagel
Prof.dr. A. Rothwell
Prof.dr.ir. J. Schijve
Prof.dr.ir. H. Tijdeman
Prof.dr. J.H. de Wit

Subcommissie voor Toegepaste Wiskunde en Informatica

Prof.dr.ir. P. Wesseling, voorzitter
Prof.ir. D. Bosman
Drs. P.J.W. ten Hagen
Prof.dr.ir. G.Y. Nieuwland
Prof.dr. G.J. Olsder
Prof.dr.ir. J. Schalkwijk
Prof.dr.ir. C.R. Traas
J. Vlietstra

Subcommissie voor Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik

Prof. J.H.D. Blom, voorzitter
Ir. H. Benedictus
Ir. W.G. de Boer
Lt.Kol. S. Heijboer
Ir. R.J.A.W. Hosman
Ir. H.J. Kamphuis
Prof.ir. E. Obert
Lt.Kol.vl.b.d. A.P. Okkerman
Ir. P. van Otterloo
Ir. C.H. Reede
Ir. H. Tigchelaar

Tot slot van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt het letterlijk citaat van de slotbeschouwing uit het jaarverslag 1990 van de Wetenschappelijke Commissie:

"In 1990 werd aan de Wetenschappelijke Commissie wederom een groot aantal rapporten voorgelegd om te worden beoordeeld op hun geschiktheid voor publikatie. Uit het positieve oordeel daarover kan de conclusie worden getrokken dat het NLR het afgelopen jaar het onderzoek op lucht- en ruimtevaartgebied op adequate wijze heeft uitgevoerd. Uit het relatief grote aantal "proceedings" van bijgewoonde conferenties blijkt, dat het NLR internationaal wetenschappelijk actief is. Door het teruglopen van het meer fundamenteel gerichte onderzoek neemt echter het totale aantal publikaties af. Tevens lijkt er in de werkzaamheden een verschuiving op te treden van de vliegtuigtechnische naar de meer informatica-gerelateerde onderwerpen. Beide tendensen geven de Wetenschappelijke Commissie aanleiding tot ongerustheid.

De Wetenschappelijke Commissie kan instemmen met het voor 1991 opgestelde werkplan. Hoewel de Commissie reeds bij herhaling heeft gewezen op het teruglopen van de financiële middelen voor het Eigen Speurwerk, lijkt de omvang hiervan in 1991 de kritieke ondergrens te gaan bereiken.

De internationale positie van het NLR is in het verleden gebouwd op twee pijlers.

Aan de ene kant een voldoende armslag voor de studie van fundamentele aspecten van de lucht- en ruimtevaart, aan de andere kant het bezitten en onderhouden van geavanceerde onderzoeksfaciliteiten. Beide zaken staan onder zware druk en geven aanleiding te pleiten voor een groter budget voor Eigen Speurwerk en snellere en hogere investeringen in apparatuur, waarbij met name de HST extra aandacht verdient.

Vanwege het belang dat het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) voor de toekomstige ontwikkeling van de huidige of geheel nieuwe vliegtuigprojecten heeft, is de Commissie zeer verheugd dat dit programma wordt hervat.

De Commissie is tevens verheugd over de relatief grote inspanning die het NLR verricht in het BRITE/EURAM "Aeronautics" programma. Dit draagt er zeker toe bij, dat het NLR zijn aansluiting in Europees verband kan verstevigen. De Commissie maakt zich evenwel zorgen over de onevenredig grote inspanning die geleverd moet worden in het acquisitietraject.

De Wetenschappelijke Commissie heeft er zich, evenals in voorgaande jaren, nog eens expliciet voor uitgesproken dat het NLR, zoveel als mogelijk is, posities creëert voor jonge getalenteerde onderzoekers, omdat vooral zij de toekomst van het NLR zullen gaan bepalen."

9.1 Internationale samenwerking in AGARD-verband

Doelstelling AGARD

AGARD is een adviesgroep van de Noord Atlantische Verdragsorganisatie (NAVO), waarbij AGARD de afkorting is voor Advisory Group for Aerospace Research and Development.

De doelstelling van AGARD is autoriteiten op het gebied van luchtvaart uit de wereld van wetenschap, research en technologie uit de NAVO-landen bij elkaar te brengen, teneinde te komen tot het:

- uitwisselen van wetenschappelijke en technische informatie;
- bevorderen van samenwerking tussen de lidstaten op het gebied van Research and Development (R en D) in de luchtvaart;
- adviseren van de lidstaten omtrent gebruik en inzet van hun R en D capaciteiten;
- adviseren van de lidstaten bij het versterken van hun wetenschappelijk en technisch potentieel;
- geven van wetenschappelijke en technische adviezen aan het Militair Comité van de NAVO;
- stimuleren van vooruitgang in de R en D op het terrein van de luchtvaarttechnologie.

Op deze wijze hoopt men op indirecte wijze bij te dragen aan de versterking van het defensieve potentieel van de NAVO-landen.

Realisatie doelstelling

Om de doelstelling te realiseren zijn in de AGARD-organisatie negen Panels werkzaam, waarbij elk Panel een deel van het spectrum van de luchtvaarttechnologie bestrijkt. Deze Panels zijn te beschouwen als het wetenschappelijke hart van de organisatie.

Daarnaast bevindt zich in Parijs het hoofdkwartier van AGARD. Dit hoofdkwartier is onder meer verantwoordelijk voor coördinerende werkzaamheden, het opstellen en bewaken van budgetten, het verzorgen van de publikaties en het organiseren van speciale activiteiten.

Onder auspiciën van de genoemde negen Panels, dan wel voor wat betreft bijzondere activiteiten onder auspiciën van het hoofdkwartier, werden de volgende evenementen georganiseerd:

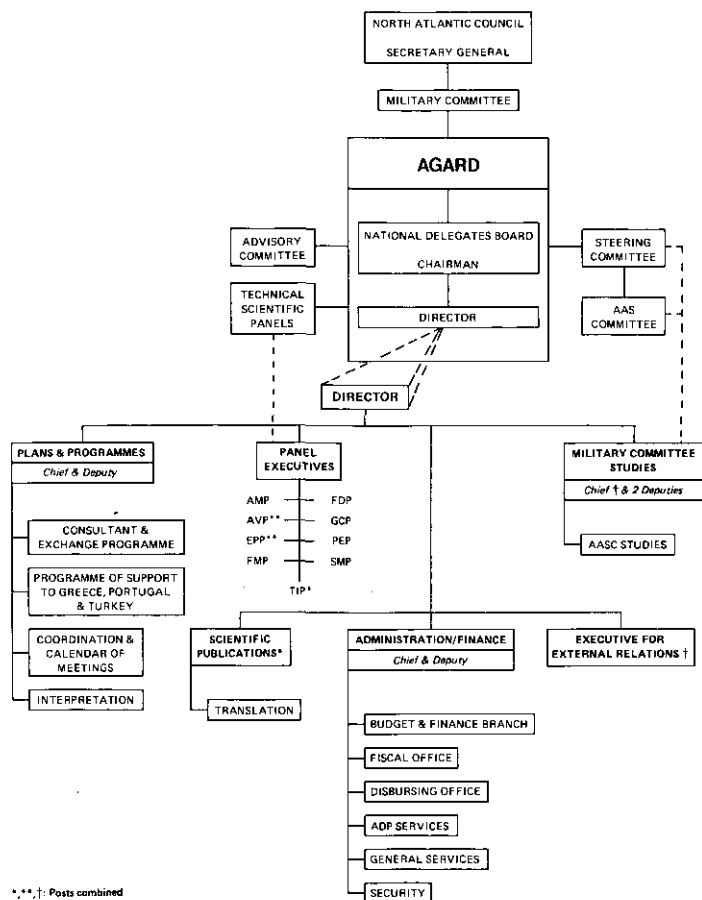
- symposia
- congressen
- panel-vergaderingen
- lezingen series
- korte cursussen
- consultant missies
- uitwisselingsprogramma's
- uitgifte van publikaties

waarmede uitvoering aan de doelstelling wordt gegeven.

Organisatie

Het organisatieschema op pagina 92 geeft een indruk van de AGARD-organisatie.

Terwijl de staf in Parijs verantwoordelijk is voor de dagelijkse gang van zaken, is het beleidsbepalende orgaan van deze organisatie de "National Delegates Board". De Nationaal Gedelegeerden vergaderen tweemaal per jaar, waarbij de voorjaarsvergadering in principe in Parijs plaatsvindt en de najaarsvergadering in de hoofdstad van één der overige NAVO-landen.



Organisatieschema van de Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD).

Deelname van Nederland in AGARD

De Nederlandse deelname in AGARD bestaat uit twee Nationaal Gedelegeerden, een Nationaal Coördinator en 24 Panelleden. Daarnaast werd in 1990 de functie van directeur AGARD in Parijs vervuld door de voormalige algemeen directeur van het NLR, ir. J.A. van der Bliek. Gelet op de positie van het NLR in de wetenschappelijke wereld van de luchtvaarttechniek in Nederland, is het niet verwonderlijk dat een groot gedeelte van de Nederlandse bijdrage aan AGARD wordt geleverd door medewerkers van het NLR.

In de loop van het jaar 1990 hebben zich de volgende mutaties in de samenstelling van de Nederlandse afvaardiging in de AGARD-organisatie voorgedaan:

Ontheffing:

Ir. B.H.A. Zijlstra, TDCK (tijdelijk)

Benoemd:

Cdre Vliegerarts J.Th. Versteeg, IGD KLu
Ir. P.J. Hoogenberk, TDCK
Ir. J. Rogge, KMA.

De volledige Nederlandse deelname in AGARD ziet er thans als volgt uit:

De Nederlandse Nationaal Gedelegeerden bij AGARD

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach, NLR
Dr.ir. B.M. Spee, NLR

Nationaal Coördinator

KTZ b.d. ir. L. Sombroek, NLR

De heer Sombroek vervult tevens de functie van beheerder van het Nationaal Distributiecentrum voor AGARD-publikaties.

Aerospace Medical Panel (AMP)

Cdre Vliegerarts b.d. G.K.M. Maat, NLRGC
Prof.dr. W.J. Oosterveld, AMC
Kol. Vliegerarts P.I.C.J. Burgers, IGD KLu
Cdre Vliegerarts J.Th. Versteeg, IGD KLu

Avionics Panel (AVP)

Prof.ir. D. Bosman, Universiteit Twente (Faculteit Elektrotechniek)
Ir. H.A.T. Timmers, NLR

Electromagnetic Wave Propagation Panel (EPP)

Ir. A. Boesveld, Directie Technische Zaken der PTT
Ir. H. Vissinga, Fysisch en Electronisch Lab. TNO
Ir. J. Rogge, KMA

Flight Mechanics Panel (FMP)

Ir. J.T.M. van Doorn, NLR
Prof.ir. F.J. Abbink, NLR
Prof.dr.ir. J.A. Mulder, TU-Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Fluid Dynamics Panel (FDP)

Ir. A. Elsenaar, NLR
Prof.dr.ir. J.L. van Ingen, TU-Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)
Prof.ir. J.W. Slooff, NLR
Prof.dr.ir. J.A. Steketee, TU-Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Guidance and Control Panel (GCP)

Ir. G.J. Alders, NLR
Ir. P.Ph. van den Broek, TU-Delft (Fac. Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek)

Propulsion and Energetics Panel (PEP)

Ir. W.B. de Wolf, NLR

Structures and Materials Panel (SMP)

Mw. Ir. C.E.W. Looije, NLR
Ir. H.H. Ottens, NLR
Prof.ir. R.J. Zwaan, NLR

Technical Information Panel (TIP)

Ir. A.S.T. Tan, NLR
Ir. P.J. Hoogenberk, TDCK

NDB-vergaderingen

Tijdens de voorjaarsvergadering in Parijs werd het technische programma van het lopende jaar (1990) in beschouwing genomen en de basis voor het programma van 1991 vastgelegd. Tevens werden de richtlijnen voor het programma van 1992 aangegeven.

Traditiegetrouw werd tijdens deze voorjaarsvergadering besloten wie zou worden voorgedragen voor de "Von Kármán"-medaille, een onderscheiding die wordt uitgereikt aan personen die zich uitzonderlijke inspanningen hebben getroost voor de AGARD en van grote betekenis zijn in de wereld van de luchtvaarttechniek. Voor 1990 is deze onderscheiding toegekend aan prof. E.E. Covert (U.S.A.).

Tijdens de najaarsvergadering, dit jaar in de omgeving van Kopenhagen belegd, is het definitieve programma voor 1991 vastgesteld.

Senior AGARD Advisors (SAA)

In de verslagperiode zijn de zgn. Senior AGARD Advisors (prof. Gerlach vertegenwoordigt Nederland) meerdere malen bijeen geweest. Daarnaast hebben zij een uitgebreide briefing ontvangen op het NAVO-hoofdkwartier in Brussel. Omdat de NAVO nog met veel onzekerheden heeft te kampen, is er in 1990 nog geen duidelijkheid gekomen omtrent de positie en het toekomstig functioneren van AGARD als één van de adviesgroepen van de NAVO. Vandaar dat de Senior AGARD Advisors de ontwikkelingen op de voet volgen, waardoor zij in staat zullen zijn op het juiste moment te reageren op deze ontwikkelingen.

Functiewisseling

In de AGARD-organisatie wordt in de bezetting van de functie van voorzitter en van de functie van directeur voorzien door de verkiezing van een kandidaat voor een periode van drie jaar. In 1991 moeten beide functies opnieuw worden bezet. De AGARD-procedures voorzien, dat tijdens de daaraan voorafgaande najaarsvergadering van de Nationaal Gedelegeerden de verkiezingen voor deze functies zullen plaatsvinden. Bij deze verkiezingen wordt de traditie in acht genomen, dat de functies zullen worden vervuld door één vertegenwoordiger uit Noord-Amerika en één uit Europa.

Het resultaat van de verkiezingen tijdens de najaarsvergadering van de NDB is geweest:

Voorzitter:

Dhr. J.B. Scott-Wilson (UK)

De nieuwe voorzitter zal aan het eind van de NDB-voorjaarsvergadering in 1991 deze functie overnemen van rear-admiral (ret.) R.K. Geiger (U.S.A.).

Directeur:

Dr. A.J. Wennerström (USA)

De termijn van drie jaar voor de nieuwe directeur begint per 1 juli 1991.

Dr. Wennerström volgt dan ir. J.A. van der Blik (NL) op als directeur.

AGARD-evenementen

In 1990 zijn in totaal 48 technische bijeenkomsten en technische cursussen georganiseerd, waarvan er drie in Nederland hebben plaatsgevonden, en wel:

FDP - 67e Panel vergadering/symposium

"Vortex flow aerodynamics"

Den Haag, 1 - 5 oktober 1990

AMP - herhalingscursus

"Refresher course for NATO flight surgeons"

De Bilt, 13 - 15 oktober 1990

GCP - LS 173

"Missile interceptor guidance system technology"

Amsterdam, 25 en 26 oktober 1990

AGARD Consultant and Exchange programme

In het kader van het "AGARD Consultant programme" heeft dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers (NLR) een consultant mission in Turkije uitgevoerd over het onderwerp "Engineering methods in aerodynamic analyses".

Studies ten behoeve van het Militair Comité van de NAVO

In 1990 zijn de navolgende Aerospace Applications Studies in uitvoering genomen:

AAS-33 Investigation of the utility of a Space Based Radar (SBR) for defense needs

AAS-34 Reduction of the environmental impact of operational flying training, particularly at low level.

Tevens is in de periode 1 - 5 oktober 1990 in Duitsland (NAVO-school te Oberammergau) een workshop georganiseerd over "Effects of high energy micro-waves on military systems".

AGARD-publikaties

Een overzicht van alle in 1990 verschenen AGARD-publikaties wordt met vermelding van samenvattingen van de inhoud opgenomen in het AGARD Bulletin 90-1, dat in het eerste kwartaal van 1991 zal worden verspreid.

Een complete verzameling van de AGARD-uitgaven bevindt zich onder andere bij het AGARD-secretariaat in Delft en bij het Wetenschappelijk en Technisch Documentatie- en Informatiecentrum voor de Krijgsmacht (TDCK).

9.2 Internationale samenwerking in DNW-verband

In de "Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel/Stiftung Deutsch Niederländischer Windkanal" werken de Stichting NLR en de Duitse Vereniging DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt) samen ter zake van de exploitatie van de grote lage-snelheidstunnel DNW op het terrein van de NLR-vestiging Noordoostpolder.

Samenstelling bestuur

In de verslagperiode vond een wijziging plaats, daar de heer M.G. Geschiere in het bestuur werd opgevolgd door drs. G.M.V. van Aardenne.

Ultimo 1990 waren de bestuursleden (benoemd door het NLR):

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR), voorzitter
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)
Ir. H.N. Wolleswinkel	(V&W)
Drs. G.M.V. van Aardenne	(EZ)

De bestuursleden benoemd door DLR, waren:

Dr.rer.publ. J. Blum	(DLR), vice-voorzitter
Dr.-Ing. O. Lawaczeck	(DLR)
Dr.-Ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dipl.-Ing. K.H. Heilmann	(BMVg)

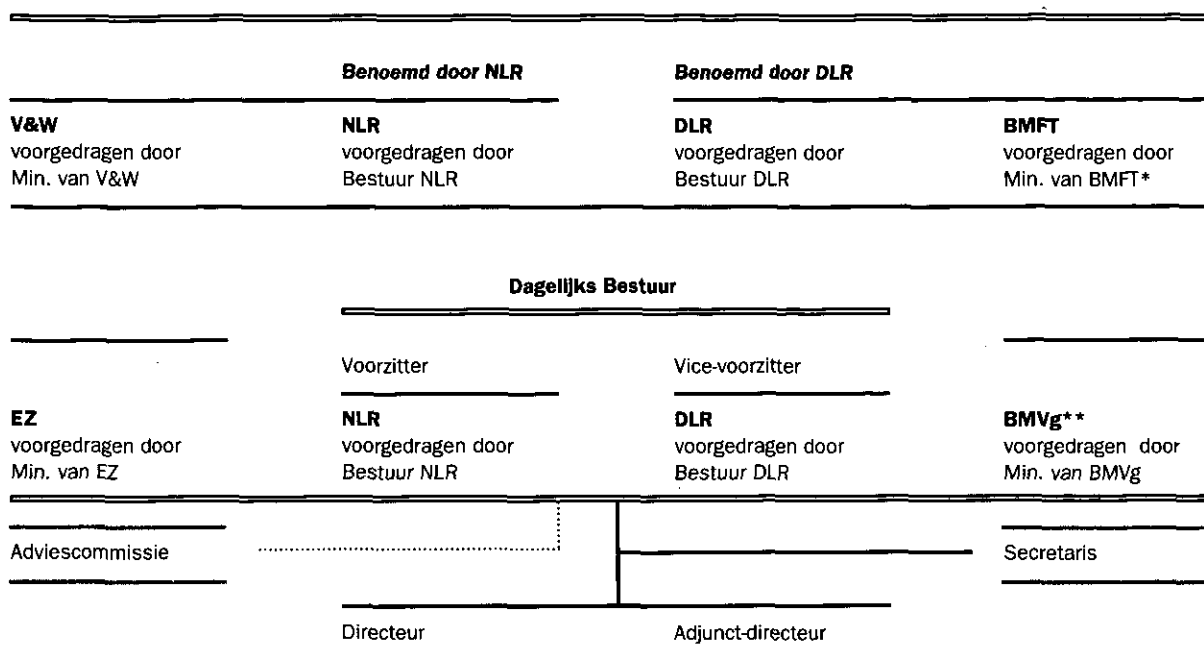
Op 1 juli wisselde het voorzitterschap van de Duitse naar de Nederlandse partner en werd prof. Gerlach voor twee jaar tot voorzitter benoemd.

Als secretaris van het DNW-bestuur fungeerde Dipl.Kfm. K. Hamacher.

Vergaderingen van het bestuur

Het bestuur vergaderde tweemaal in het verslagjaar. Het dagelijks bestuur kwam driemaal bijeen.

Bestuur DNW



* BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie

** BMVg: Bundesministerium für Verteidigung

Organisatieschema van de Stichting
Duits-Nederlandse Windtunnel
(DNW).

Adviescommissie

Overeenkomstig de Statuten van de Stichting DNW werd het bestuur bijge-
staan door een Adviescommissie. De samenstelling van de Adviescommissie
was aan het einde van de verslagperiode als volgt:

Dr. Ing. B. Sträter	(Dornier)
Dipl.-Ing. O. Friedrich	(MBB)
Prof. Dr.-Ing. U. Ganzer	(MBB)
Prof. dr. ir. J. L. van Ingen	(TU-Delft)
Prof. ir. E. Obert	(Fokker)
Dipl.-Ing. J. Röder	(Airbus)
Prof. ir. J. W. Slooff	(NLR)
Prof. Dr.-Ing. F. Thomas	(DLR)
Ir. M. van der Veen	(Fokker), voorzitter

Ir. J.C.A. van Ditshuizen trad op als secretaris.

Directie

De Directie van de DNW bestaat uit:

Prof. dr.-Ing. H.U. Meier
Ir. A.H. Runge

Activiteiten

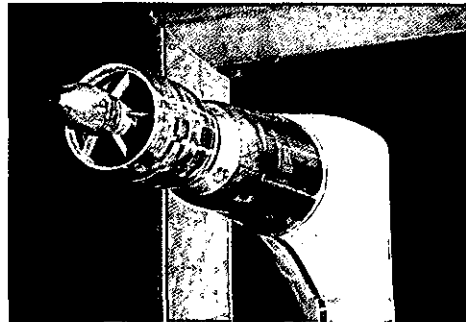
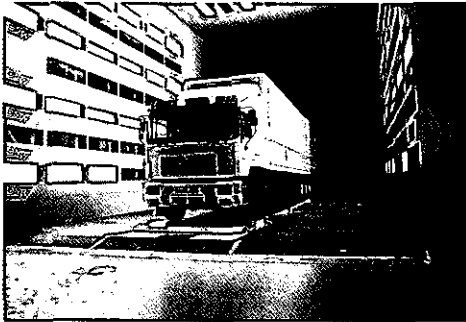


Prof. Dr.-Ing. H.U. Meier opent het
Symposium Ten Years of Testing at
DNW.

In 1990 was de DNW wederom goed bezet met opdrachten. De totale bezet-
ting bedroeg 170 shifts (1 shift = 8 uur bezetting). Hiervan hadden er 143
betrekking op luchtvaart-gerelateerde metingen.
In 1990 nam het aantal speciale metingen sterk toe. Tot het onderzoek dat ten
behoefte van het Airbus-programma werd uitgevoerd, behoorden bijvoorbeeld
metingen aan een A-340 model, uitgerust met werkende modelmotoren, in com-
binatie met de meebewegende vloer.

Voorts werden in 1990 drie opdrachten ontvangen voor onderzoek aan nieuwe vliegtuigmotorconfiguraties. Daarbij worden motoren met zeer grote omloopverhoudingen getest.

Gedurende 27 shifts was de tunnel bezet met metingen voor de automobiel-industrie. Geavanceerde meetopstellingen werden daarvoor ontwikkeld en met succes ingezet.



Modelmotor van Rolls-Royce op een nieuwe proefstand in de DNW.

Trekker met oplegger op ware grootte in de grootste meetplaats van de DNW (doorsnede 9,5 m * 9,5 m)

9.3

Internationale samenwerking in ETW-verband

In januari 1978 ondertekenden de regeringen van Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en de Bondrepubliek Duitsland een Memorandum van Overeenstemming betreffende het voorlopige ontwerp voor een Europese Transsone Windtunnel. Ultimo 1984 werd overeengekomen dat de ETW zou worden gevestigd in Duitsland (Köln-Porz).

Het plan voor de ETW is in grote lijnen als volgt:

Fase 1	"Definition of the Project"	1975 - 1977
Fase 2.1	"Preliminary Design"	1978 - 1985
Fase 2.2	"Final Design"	1985 - 1988
Fase 3	"Erection"	1988 - 1992
	"Commissioning and Calibration"	1993 - medio 1994
	"Initial operation"	medio 1994 - medio 1997

Op 27 april 1988 werd het Memorandum van Overeenstemming voor Fase 3 door de laatste van de vier betrokken overheden ondertekend, zodat met de bouw kon worden begonnen.

Ter regeling van de onderlinge verhouding tussen de Staat en het NLR ter zake van de uitvoering van het ETW-project werd op 21 april 1988 een overeenkomst tussen de Staat der Nederlanden en de Stichting NLR ondertekend.

In de ETW GmbH neemt de Stichting NLR voor 7% deel. Het NLR en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat zijn vertegenwoordigd in de Raad van Toezicht (Supervisory Board) van de ETW GmbH.



Samenstelling Supervisory Board ETW

De Europese Transsone Windtunnel (ETW) in aanbouw.

De Supervisory Board ETW was per ultimo 1990 als volgt samengesteld:

Frankrijk

IGA G. Dorey	(ONERA)
ICA G. Delalande	(Transport, Civil Aviation Dept.)
ICA J. Wenisch	(DRET / SDCE)

Bondsrepubliek Duitsland

Dr.-Ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dr.rer.publ. J. Blum	(DLR)
Dr.-Ing. O. Lawaczeck	(DLR)

Verenigd Koninkrijk

Dr. G.T. Coleman	(DTI)
Dr. Ch. Miller	(MOD/RAE)

Nederland

Ir. H.N. Wolleswinkel	(V&W)
Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR)
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)

Als voorzitter fungeerde Dr.rer.publ. J. Blum; secretaris was de heer U. Walter. Per 1 januari 1991 werd het voorzitterschap overgenomen door IGA G. Dorey.

Mr. E. Folkers (voorzitter) en drs. A. de Graaff hadden zitting in een adviescommissie belast met het uitbrengen van adviezen aan de Supervisory Board met betrekking tot juridische, financiële en administratieve aangelegenheden.

Vergaderingen van de Supervisory Board ETW

De Supervisory Board vergaderde viermaal in 1990.

Directie

De Directie van de ETW was ultimo 1990 als volgt samengesteld:

Mr. G.L. Harris (UK)	Director General
Ir. X. Bouis (Fr)	Director Technical
Ir. G. Offringa (NL)	Director Engineering
Dr. A. Freytag (Du)	Director Finance and Administration

Activiteiten

Per 31 december 1990 bedroeg de voortgang van het project 41,3%. De verwachting is dat de bouwfase binnen de geplande periode zal worden voltooid.

Ook het verloop van de bouwkosten geeft aan dat deze binnen het geraamde budget zullen blijven. Per 31 december 1990 is voor 60% van het totale bouwbudget aanbesteed. Aandacht wordt besteed aan de invulling van het aan Nederland toebedeelde deel van industriële participatie.

Sedert 1 januari 1990 is ir. P.H. Fuijkschot gedetacheerd bij de ETW.

Conform de planning is op 15 mei 1990 de officiële eerste-steenlegging uitgevoerd. Nederland was bij deze gebeurtenis door de minister van Verkeer en Waterstaat, mevr. J.R.H. Maij-Weggen vertegenwoordigd.

9.4

Internationale samenwerking in GARTEUR-verband

De "Group for Aeronautical Research and Technology in Europe (GARTEUR)" werd in 1973 opgericht door vertegenwoordigers van de ministeries die in Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk verantwoordelijk zijn voor onderzoek op het gebied van de luchtvaart.

Nederland trad in 1977 tot GARTEUR toe. Het doel van GARTEUR is, gezien tegen de achtergrond van de behoeften van de Europese luchtvaartindustrie, versterking van de samenwerking inzake onderzoek en technologie op het gebied van de luchtvaart tussen de landen in Europa die beschikken over grote installaties voor experimenteel onderzoek en over door de overheid gefinancierde programma's op dit terrein.

Binnen GARTEUR wordt in zgn. Action Groups gewerkt aan een groot aantal samenwerkingsprogramma's van de researchinstituten en industrieën van de deelnemende landen. Financiering van de werkzaamheden geschiedt op nationale basis.

Vergaande ontwikkelingen met betrekking tot de Europese industriële samenwerking, alsmede de door de Europese Commissie ontwikkelde initiatieven met het doel meer samenwerking tussen de Europese luchtvaartindustrieën te stimuleren, hebben GARTEUR niet onberoerd gelaten. Bij de luchtvaartlaboratoria tekende zich gaandeweg een behoefte af tot een verdere intensivering van de directe onderlinge samenwerking.

Teneinde vorm en inhoud te geven aan deze ontwikkelingen is in november 1988 door het Council een werkgroep onder voorzitterschap van prof.ir. F.J. Abbink ingesteld. Vooral vanwege de onderling sterk verschillende verhoudingen tussen de luchtvaartlaboratoria en de verantwoordelijke overheden heeft het enige tijd geduurd voordat de werkgroep uitgewerkte voorstellen ter goedkeuring aan de GARTEUR-Council kon voorleggen (oktober 1990).

De door de Council goedgekeurde voorstellen hielden in, dat in de Council naast de overheidsvertegenwoordigers, de voorzitters alsmede de (adjunct-) directeuren van de luchtvaartlaboratoria zitting hebben, waarbij de laatstgenoemden tevens het "Executive Committee" vormen. Hiermede is een duidelijke opwaardering van de vertegenwoordiging van de instituten tot stand gekomen, waardoor nu veel betere mogelijkheden aanwezig zijn voor een top-down benadering en een richtinggevende aanpak.

Daarnaast is door de Council besloten, dat op een verzoek van Zweden om lid te mogen worden, positief zal worden gereageerd. Hiermede is dan de mogelijkheid ontstaan, dat ook landen als Spanje en Italië kunnen toetreden tot GARTEUR. Inmiddels heeft Spanje laten weten gaarne te willen toetreden. Binnen GARTEUR worden de voorbereidingen daartoe getroffen.

Samenstelling van de GARTEUR-Council

Aan het einde van het verslagjaar was de Council als volgt samengesteld:

Frankrijk

ICA J. Bouchet (DRET)
IGA J. Carpentier (ONERA)
ICA J.M. Duc (ONERA)*
ICA Y. Gleizes (STPA)
ICA G. Delalande (DGAC/DPAC)
ICA G. Fernandez (DRET)

Bondsrepubliek Duitsland

Dr.ing. H. Hertrich (BMFT)

Prof.dr. W. Kröll

Prof.dr. F. Thomas (DLR)

Dr. K.O. Pfeiffer (DLR)*

Verenigd Koninkrijk

Mr. F.W. Armstrong**

Mr. P.G. Wilby (RAE)*

Dr. G.T. Coleman (DTI)

Nederland

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach (NLR, voorzitter)

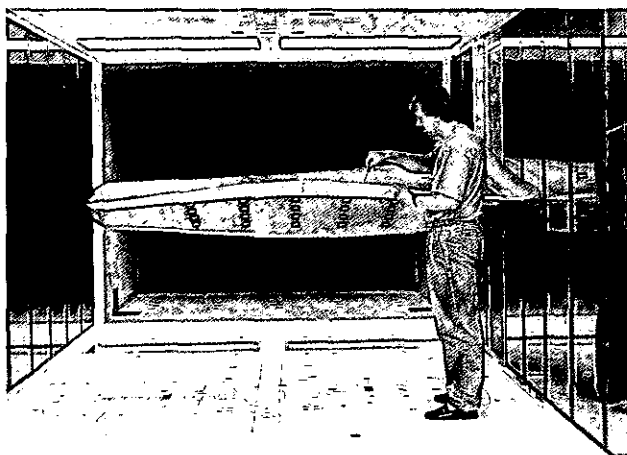
Prof.ir. F.J. Abbink (NLR)*

Ir. L. Sombroek (NLR)

*) lid van het "Executive Committee" van GARTEUR

**) per 1 januari 1991 heeft Mr. Armstrong het voorzitterschap overgenomen van prof.dr.ir. O.H. Gerlach

Secretaris van de GARTEUR-council is dr. A.C. Ham (RAE)



Metingen werden uitgevoerd aan driedimensionale turbulente grenslagen aan een vleugelmodel in de LST in het kader van GARTEUR-samenwerking.

Verdere Nederlandse vertegenwoordiging in GARTEUR

De "Groups of Responsables" houden zich bezig met activiteiten op bepaalde onderzoeksgebieden. In deze "Groups of Responsables" was het lidmaatschap voor Nederland als volgt:

- "Aerodynamics Group"
- "Flight Mechanics Group"
- "Structures and Materials Group"
- "Helicopter Group"
- "Propulsion Technology Group"

Prof.ir. J.W. Slooff (NLR)

Ir. J.T.M. van Doorn (NLR)

Dr.ir. G. Bartelds (NLR)

Ir. H. Tellegen (NLR)

Ir. W.B. de Wolf (NLR)

Onder de "Aerodynamics Group" waren in 1989 zes "Action Groups" werkzaam. In vijf "Action Groups" was Nederland vertegenwoordigd:

- "Experimental investigation of the Turbulent Shear Layers of a Swept Wing" Dr.ir. B. van den Berg (NLR, voorzitter)
- "High Lift (Phase II)" Dr.ir. B. van den Berg (NLR)
Ir. J.N. Boer (Fokker)
- "Computation of 2D Navier Stokes equations" Dr.ir. F.J. Brandsma (NLR)
- "Flow Computation for Advanced Propellers" Ir. R. Houwink (NLR)
- "Validation of Supersonic Euler methods" Ir. H.A. Sytsma (NLR)
Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers (NLR)

In alle drie "Action Groups" werkzaam onder de "Flight Mechanics Group" was Nederland vertegenwoordigd en wel als volgt:

- "Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" Ir. W.P. de Boer (NLR, voorzitter)
- "Aircraft Mathematical Modelling from Flight Test Data" Ir. J.A.J. van Engelen (NLR)
Ir. J.H. Breeman (NLR)
- "Integration of Flight Management and Air Traffic Management Systems" Ir. T.B. Dalm (NLR)
Ir. T.H.M. Hagenberg (NLR)

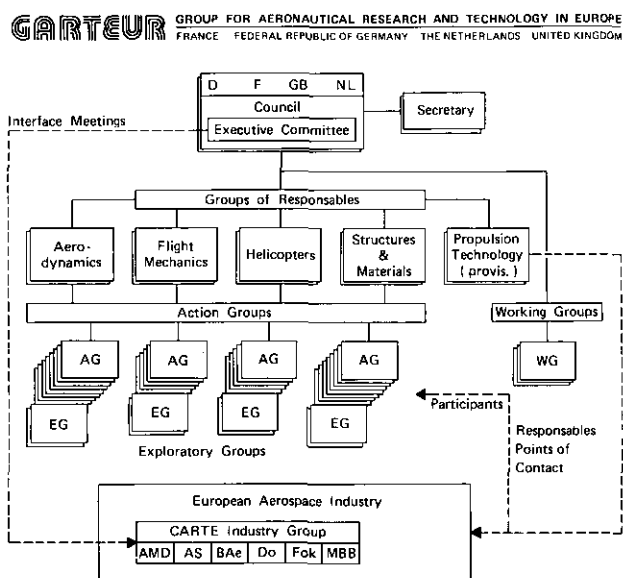
In alle negen "Action Groups" werkzaam onder de "Structures and Materials Group" was Nederland vertegenwoordigd:

- "Fatigue Crack Propagation under Flight Simulation Loading" Ir. A.U. de Koning (NLR)
Ir. H.H. van der Linden (NLR)
Prof.dr.ir. J. Schijve (TUD/NLR)
- "Buckling and Postbuckling Behaviour of Composite Panels" Ir. J. Olthoff (NLR)
Dr.ir. E. Riks (NLR)
Ir. J.H. van der Sloot (Fokker)
- "Aluminium-Lithium Alloys" Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)
Dr. G.J.H. Vaessen (Fokker)
- "Improved Composite Materials" Ir. W.G.J. 't Hart (NLR)
- "Damage Mechanics of Composite Materials" Dr.ir. J. Laméris (NLR)
- "Mechanically Fastened Composite Joints" Dr.ir. J. Laméris (NLR)
Ir. P. Minderhoud (Fokker)
- "Refinement of Structural Dynamics Computational Models" Dr.ir. A. de Boer (NLR)
Ir. H.M. Ellenbroek (NLR)
- "Non Destructive Evaluation" Ir. J.H. Heida (NLR)
Ir. P.A.A.M. Somers (Fokker)
- "Structural Optimization" Ir. J.F.M. Wiggenraad (NLR)
Ir. J.H. van der Sloot (Fokker)

Mr. E. Folkers (NLR) was lid (tevens voorzitter) van de "Working Group on Security Regulations".

Evenals in voorgaande jaren kreeg het overleg over de GARTEUR-activiteiten met de industrieën in de aangesloten landen veel aandacht. De "CARTE (Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe) Industry Group", waarin de industrieën van de aangesloten landen samenwerken, vergaderde met het "Executive Committee" éénmaal in 1990. Op diverse onderzoekgebieden treden vertegenwoordigers van de industrie op als "Point of Contact" met GARTEUR. Voor de Nederlandse industrie fungeerden als zodanig:

- Ir. A. Kwakernaak (Fokker) voor "Structures and Materials";
- Prof.ir. E. Obert (Fokker) voor "Aerodynamics" en "Flight Mechanics".



Organisatieschema van de Group for Aeronautical Research and Technology in Europe (GARTEUR).

9.5

Samenwerking met Indonesië in het kader van project TTA-79, Fase 2 (ISARD)

Historie

Sedert 1980 werkt het NLR samen met Indonesië bij het tot stand brengen van een aërodynamisch laboratorium (LAGG) in Serpong, nabij Jakarta, ter ondersteuning van de zich snel ontwikkelende Indonesische vliegtuigindustrie. Het eerste onderdeel, een lage-snelheidswindtunnel (ILST: Indonesian Low Speed Tunnel) is inmiddels met ondersteuning van het NLR gerealiseerd en bevindt zich sedert medio 1987 in de operationele fase. Het NLR werd tot de samenwerking in staat gesteld door middel van door de Nederlandse overheid ter beschikking gestelde fondsen, onder meer uit ontwikkelingshulp. Het Technical Assistance Project TTA-79 werd op 1 oktober 1987, na een verlenging met negen maanden, succesvol afgesloten.

In aansluiting op het oorspronkelijke project werd op bovengenoemde datum een aanvang gemaakt met het vervolgproject TTA-79, Fase 2, "Integrated Support for Aeronautical Research and Development" (ISARD). Dit project, met een looptijd van tenminste drie jaar, heeft als algemene doelstelling de voortzetting van

de Nederlandse begeleiding bij gebruik in Indonesië van researchinstallaties en laboratoriumuitrusting op luchtvaartgebied en kennisoverdracht op dit terrein. In dit vervolgproject is ook Fokker vertegenwoordigd in de "Governing Group".

Projectverlenging

In mei werd bericht ontvangen van de Minister voor Ontwikkelingssamenwerking, dat het project ISARD met één jaar zal worden verlengd tot 1 oktober 1991. Op basis van een door het NLR ingediend voorstel werd de uitvoeringsovereenkomst in december verlengd. Hierbij werd voorbijgegaan aan de aanbevelingen van de Nederlandse leden van de Indonesisch-Nederlandse evaluatiecommissie met betrekking tot het uitvoeren van een gezamenlijk researchprogramma en het initiëren van een voortgezet ondersteuningsprogramma voor het Institute of Technology Bandung (ITB).

Jaarlijkse plenaire vergadering (PPM)

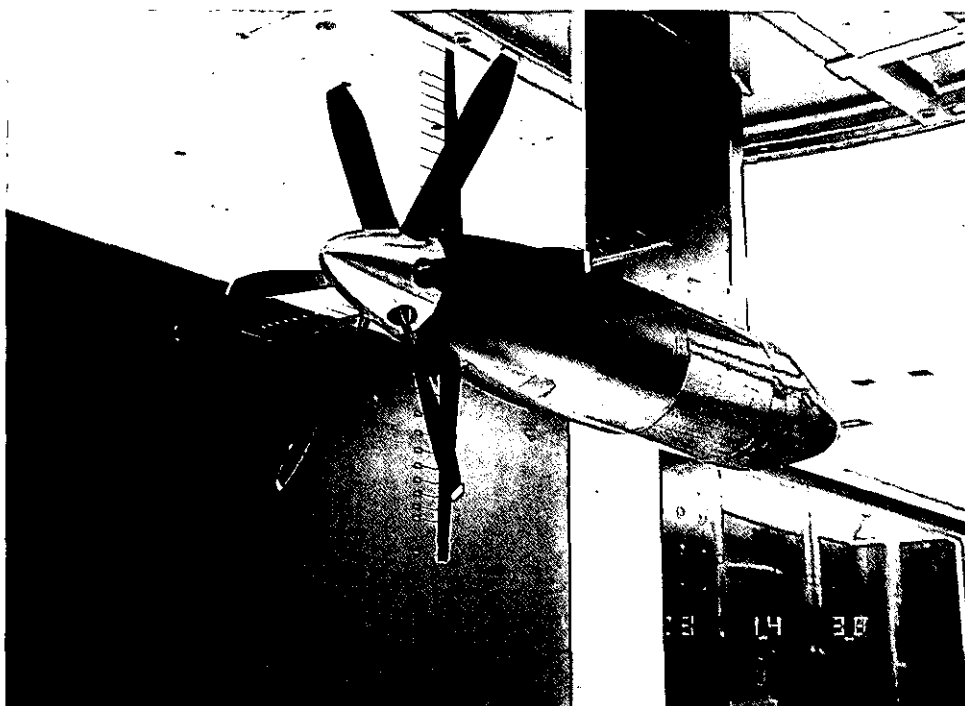
Op 9 mei vond de jaarlijkse plenaire vergadering plaats bij het NLR te Amsterdam. Tijdens deze vergadering werd overeenstemming bereikt over de uitvoering en de financiële consequenties van een verlenging van ISARD met één jaar. Tevens werd duidelijk, dat een voortzetting van de samenwerking na afloop van ISARD door de Indonesische autoriteiten en betrokken uitvoerende instanties zeer gewenst wordt geacht, terwijl bij de uitvoerende instanties aan Nederlandse kant daartoe bereidheid bestaat.

Voortgang

Gedurende het verslagjaar werd een goede voortgang geboekt ten opzichte van het herziene werkplan.

Ondersteuning ILST-tunneloperaties (JOT-V)

Op 22 juni werd een belangrijke mijlpaal bereikt toen de Indonesische bemanning met ondersteuning van NLR-experts voor de eerste maal een gecompliceerde test uitvoerden aan een vliegtuigmodel met draaiende propellers.



Functietest van een propellermodel in de LST van het NLR.

Ondanks enige tegenslagen in de personele sfeer en verminderde beschikbaarheid van de ILST als gevolg van hoge-prioriteitswerk voor IPTN (N-250 project), werd een redelijke voortgang geboekt met het uitvoeren van het JOT V-activiteitenplan.

De projectvertegenwoordiger in Indonesië, ir. R. Ross, vervulde wederom een belangrijke ondersteunende rol. Zijn verblijf aldaar is eveneens met één jaar verlengd.

Ondersteuning ITB (JOT VI)

Het ontbreken van voldoende stafmedewerkers en managementcapaciteit bij het ITB bleef onverminderd een belemmering vormen voor het uitvoeren van het JOT VI-activiteitenplan. Op de terreinen waar dit mogelijk en zinvol was werden de activiteiten volgens het werkplan uitgevoerd.

Voortzetting samenwerking met Indonesië

In overeenstemming met de aanbevelingen van de Nederlandse leden van de Evaluatiecommissie en naar aanleiding van een dringend verzoek van Indonesische zijde tijdens de PPM, werd een aanvang gemaakt met de formulering van een vervolgproject, in hoofdzaak gericht op uitbreiding van de ondersteuning door de TU-Delft aan het ITB.

Verdere samenwerking met Indonesië

Onder de in 1988 met IPTN gesloten raamovereenkomst werd gewerkt aan verschillende opdrachten voor IPTN.

Afstemming samenwerking met andere instanties

Gedurende het verslagjaar vond over de samenwerking met Indonesië een drietal coördinerende besprekingen plaats tussen vertegenwoordigers van Fokker, de TU-Delft, de Hogeschool Haarlem en het NLR.



Het NLR toonde diverse ruimtevaart-activiteiten tijdens het congres Ristek over Research and Technology in Indonesië.

1 Publikaties

In het verslagjaar zijn 391 rapporten verschenen, met inbegrip van de niet voor publikatie bestemde rapporten, ijkings- en keuringsrapporten. De onderstaande rapporten werden vrijgegeven voor publikatie.

TP 89003 U

Computation of unsteady turbulent boundary layer effects on unsteady flow about airfoils (Paper presented at the 4th Symposium on Numerical and Physical Aspects of Aerodynamic Flows, held in Long Beach, USA, 16–19 January 1989)
Houwink, R.

TP 89007 U

Supercomputing at NLR - NEC SX-2 capabilities in NLR's terminal and file-transfer network (Paper presented at "Supercomputing Europe 89", Utrecht, The Netherlands, February 21–23, 1989)
Hameetman, G.J.

TP 89015 U

Time-reversion of a hybrid state stochastic difference system with jump-linear smoothing application (Paper published in the IEEE Transactions on Information Theory)
Blom, H.A.P., Bar-Shalom, Y.

TP 89019 U

The static strength of mechanically fastened carbon-epoxy joints without bending
Laméris, J., Minderhoud, P.

TP 89037 U

Damage tolerance of a postbuckling soft skin hat stiffened compression panel (Paper prepared for the 34th International SAMPE Conference, Reno, Nevada, USA, May 8–11, 1989)
Olthoff, J.

TP 89051 U

Revised results of the unsteady transonic pressure measurements on the LANN model
Boer, R.G. den

TP 89061 U

Quantitative updating of land use information on 1:50.000 scale topographic maps using SPOT and Landsat Thematic Mapper imagery
Laan, F.B. van der, Meijer, P.G.

TP 89079 U

Grid methods, a new future (Paper prepared for presentation at the SEM 1989 Spring Conference on Experimental Mechanics, Cambridge, Massachusetts, USA, May 28–June 1, 1989)
Sevenhuijsen, P.J.

TP 89097 U

Assessment of service load experience (Paper presented at the "21st ICAF Symposium", Jerusalem 19–20 June 1989)
Jonge, J.B. de

TP 89103 U

CEASAR, a CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing - Radiometric and geometric calibration
Looijen, W.J., Swol, R.W. van

TP 89111 U

Redeneren met inexactheid met behulp van de vage-verzamelingentheorie (Gepubliceerd in de proceedings van de tweede Nederlandstalige Artificial Intelligence Conferentie)
Hellendoorn, J.

TP 89115 U

Review of aeronautical fatigue investigations in The Netherlands during the period March 1987–March 1989 (Paper presented at the 21st ICAF Conference, Jerusalem, 19–20 June 1989)
Jonge, J.B. de

TP 89119 U

Calculation of unsteady subsonic and supersonic flow about oscillating wings and bodies by new panel methods (Paper presented at the European Forum on Aeroelasticity and Structural Dynamics, Aachen, April 17–19, 1989)
Hounjet, M.H.L.

TP 89126 U

Constrained spanload optimization for minimum drag of multi-lifting-surface configurations (Paper presented at the AGARD Specialists' Meeting on "Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization", Loen, Norway, May 22–23, 1989)
Dam, R.F. van den

TP 89133 U

Ontwerptechnieken voor dunwandige V.V.K. schaal-constructies
(Voordracht gehouden op het Symposium "Constructie en fabricage-technieken in vezel-versterkte kunststoffen in de vliegtuig-, scheeps- en werktuigbouwkunde", Delft, 3 mei 1989)
Olthoff, J.

TP 89138 U

SIC, a new career in (tele)science?
Vreeburg, J.P.B.

TP 89146 U

Design and testing of a multiblock grid-generation procedure for aircraft design and research
(Paper presented at the 64th meeting of the AGARD Fluid Dynamics Panel on Applications of *Mesh Generation to Complex 3D Configurations*, Loen, Norway, 24–25 May 1989)
Boerstoel, J.W., Kassies, A., Amendola, A., Tognaccini, R., Vitagliano, P.L.

TP 89150 U

An investigation of the low speed flow about a straked delta wing oscillating in pitch
Part I: Windtunnel, model and test program
(This report is intended to be published in the "Journal of Aircraft")
Boer, R.G. den

TP 89152 U

NLR experience with high velocity burner rig testing 1979 – 1989
(Paper published in a special issue of "High Temperature Technology")
Wanhill, R.J.H., Mom, A.J.A., Hersbach, H.J.C., Kool, G.A., Boogers, J.A.M.

TP 89155 U

Numerical optimization of target pressure distribution for subsonic and transonic airfoil design
(Paper presented at the "AGARD Specialists' Meeting on Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization", Loen, Norway, 22–23 May 1989)
Egmond, J.A. van

TP 89158 U

Instrumentation requirements for laminar flow research in the NLR High Speed Wind Tunnel HST
(Paper presented at the 13th International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities, Göttingen, West-Germany, September 18–21)
Elsenaar, A., Rohne, P.B., Rozendal, D., Poestkoke, R.

TP 89162 U

In-service detection of impact damage in composite materials
(Paper presented at the 21st ICAF Conference, Jerusalem, 18–23 June 1989)
Heida, J.H.

TP 89163 U

Spacecraft sustained load fracture control
Wanhill, R.J.H.

TP 89172 U

Load experience variability of fighter aircraft
(Paper presented at the Australian Aeronautical Conference, Melbourne, 9–11 October 1989)
Jonge, J.B. de

TP 89179 U

A system for transonic wing design with geometric constraints based on an inverse method
(Paper presented at the AGARD Specialists' Meeting on Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization, Loen, Norway, 22–23 May 1989)
Brandsma, F.J., Fray, J.M.J.

TP 89182 U

Model incidence measurement using the SAAB ELOPTOPOS system
(Paper presented at the 13th International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities held in Göttingen, BRD, September 18–21, 1989)
Fuijkschot, P.H.

TP 89184 U

Re-assessing the F-16 damage tolerance and durability life of the RNLA F-16 aircraft (Paper presented at the "15th ICAF Symposium", Jerusalem, June 1989) Spiekhout, D.J.

TP 89187 U

Development of a robust calculation method for transonic viscous blade-to-blade flows (Paper presented at the "First Canadian Symposium on Aerospace Propulsion", Ottawa, Ontario, 15-16 mei 1989) Kotiuga, P., Lindhout, J., Peeters, M., Veldman, A., Przybytkowski, S.

TP 89205 U

Numerical aspects of shell stability analysis (Paper prepared for a Special Springer Verlag Publication "Statics and Dynamic Analysis of the Stability of Shells", (W.B. Kratzig, E. Oante, Eds.)) Riks, E., Brogan, F.F., Rankin, C.C.

TP 89211 U

Modal analysis of plates using boundary integral equations (Paper presented at the ESA workshops: Modal Representation of Flexible Structures by Continuum Methods, Noordwijk, Netherlands, June 15-16, 1989) Schippers, H., Wendland, W.L.

TP 89213 U

A test plan for sustained load fracture control verification Wanhill, R.J.H.

TP 89217 U

Atmospheric turbulence spectra and correlation functions Noback, R.

TP 89222 U

A measurement system for production flight tests of new aircraft Leijgraaf, R. v.d., Dorp, W.A. van, Storm van Leeuwen, S., Udo, R.

TP 89224 U

Information system for flow simulation based on the Navier-Stokes equations -ISNaS- Executive Requirements Document (WP 3c: ISNaS Executive ISNaS 89.06.053) Nijhuis, G.H., Hulzen, J.J.P. van

TP 89228 U

Validation testplan for single airfoil flows Part I: 2D inviscid testcases Brandsma, F.J.

TP 89230 U

Derivation of a Roe scheme for an n-species chemically reacting gas thermal equilibrium (Paper presented at the Eight GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Mechanics, Delft, The Netherlands, 27-29 September 1989) Spekreijse, S.P., Hagmeijer, R.

TP 89232 U

Viscous-inviscid interaction, partitioned dynamical systems and i(n)te(g)ration Veldman, A.E.P.

TP 89235 U

Multitemporal analysis of a braiding river (Paper presented at 15th Annual Conference on operational applications of Remote Sensing, University of Bristol, 13-15 September 1989) Noorbergen, H.H.S.

TP 89242 U

Transputers, parallel rekenen in embedded systemen ten behoeve van beeldcompressie voor ruimtevaarttoepassingen (Voordracht gehouden tijdens de NERG-lezingendag "Massief Rekenen", FEL-TNO, Den Haag, 7 juni 1989) Versteeg, M.H.J.B.

TR 89268 U

Information system for flow simulation based on the Navier-Stokes equations -ISNaS- MEBAS detailed (Rapport opgesteld naar aanleiding van een voordracht gehouden op de NERG lezingendag: "Massief Rekenen", FEL-TNO, Den Haag, 7 juni 1989) Hulzen, J.J.P. van, Schuurman, J.J.

TP 89272 U

Aspects of the application of an Euler-equation method to the simulation of leading-edge vortex flow (Paper presented at the Eighth GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Mechanics, Delft, The Netherlands, 27-29 September 1989) Jacobs, J.M.J.W., Hoeijmakers, H.W.M.

TP 89276 U

Usage monitoring of military helicopters
Have, A.A. ten

TP 89279 U

LARVE, a hypersonic flight test facility launched by ARIANE 4
Hagmeijer, R., Sudmeijer, K.J.

TP 89281 U

Monitoring of operational usage of helicopters for structural durability and damage tolerance
(Paper presented at "The NATO DRG Seminar on military use of helicopters and the defence against helicopters", 's-Gravenhage, 4-6 oktober 1989)
Have, A.A. ten

TP 89284 U

Examination of aircraft warning and caution lights after shock testing
(Paper presented at the International Symposium for Testing and Failure Analysis (ISTFA), Los Angeles, USA, 6-10 November 1989)
Bonnee, W.J.A., Kolkman, H.J.

TP 89293 U

Equivalent Flexibility Modelling:
A novel approach towards recursive simulation of flexible spacecraft-manipulator dynamics
(Paper presented at the Second European In-Orbit Operations Technology Symposium, Toulouse, September 12-14, 1989)
Woerkorn, P.Th.L.M. van

TP 89294 U

METODEC/METEOSCRYPT: A demonstration of data compression and encryption for operational remote-sensing
(Paper presented at the 10th Symposium on Information and Communication Theory in the Benelux, Houthalen, Belgium, May 25-26, 1989)
Hogendoorn, R.A., Kordes, F.L.G.

TP 89296 U

Veiligheid in de luchtvaart: Recente ontwikkelingen en technieken
(Presentatie tijdens het symposium "Bedrijfsveiligheid: zorg voor de toekomst", Technische Universiteit Delft, 18 oktober 1989)
Baal, J.B.J. van, Piers, M.A.

TP 89298 U

The world of grid methods
(Paper published in "Experimental Techniques", January 1990, special issue on grid methods)
Sevenhuijsen, P.J.

TP 89300 U

Process control at the NLR HST Transonic Windtunnel
(Paper presented at the 72nd Semiannual Meeting of the Supersonic Tunnel Association, Princeton, NJ, USA, October 3-4, 1989)
Fuijkschot, P.H.

TP 89302 U

The effect of a single cylindrical roughness element on boundary layer transition in a favourable pressure gradient
(Paper presented at "Third Symposium on Laminar Turbulent Transition", organized by IUTAM, Toulouse, France, September 11-15, 1989)
Bruin, A.C. de

TP 89311 U

Training van gevechtsvliegers - De rol van simulatie
(Voordracht gehouden tijdens het Defensie Seminar "Simulatie bij Opleiding en Oefening: Wonderkind of Zorgenkind", georganiseerd door het ISSC, 's-Gravenhage, 18 oktober 1989)
Doorn, J.T.M. van, Alders, G.J., Pijpers, E.W., Vogelaar H.L.J.

TP 89327 U

Development environment for digital simulation models of multibody systems
(Paper presented at the 4th ECMI meeting on Industrial mathematics, St Wolfgang, Austria, May 29-June 2, 1989)
Groothuizen, R.J.P., Dam, A.A. Ten, Jong, H. de

TP 89331 U

The real-time Hermes Robot Arm Simulator: HSF-P
(Paper presented at the Second European In-Orbit Operations Technology Symposium, Toulouse, September 12-14, 1989)
Prins, J.J.M., Dieleman, P, Jong, H. de

TP 89341 U

Influence of reduction and interpolation methods on the correlation of calculated and measured modal data of a solar array
(Paper presented at the 14th International seminar on modal analysis, Leuven)
Ellenbroek, M.H.M., Wijker, J.J., Boer, A. de

TP 89343 U

3D Euler flows around modern airplanes
(Paper presented at the 8th GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Mechanics, Delft, the Netherlands, September 27–29, 1989)
Kuyvenhoven, J.L., Boerstoeel, J.W.

TP 89350 U

Remote sensing en landmeetkunde
(Voordracht gehouden tijdens het 15e NGL-congres, Utrecht, 12 oktober 1989)
Looyen, W.J.

TP 89352 U

Effects of low bond number liquid motions on spacecraft attitude
(Paper presented at the AGARD Flight Mechanics Panel Symposium "Space Vehicle Flight Mechanics", Luxemburg, 13–16 November 1989)
Vreeburg, J.P.B., Dam, R.F. van den

TP 89360 U

Development and validation of characteristic boundary conditions for cell-centered Euler flow calculations with a shock-free airfoil
(Paper presented at the Eight GAMM conference on Numerical Methods in Fluid Mechanics, Delft, The Netherlands, September 1989)
Berg, J.I. van den, Boerstoeel, J.W.

TP 89364 U

Flexible space-based robot modelling and real-time simulation
(Paper presented at the Space Vehicle Flight Mechanics Symposium of the Flight Mechanics Panel of AGARD, Luxembourg, 13–16 November 1989)
Prins, J.J.M., Dieleman, P., Woerkom, P.Th.L.M. van

TP 89365 U

Inviscid drag prediction for transonic transport wings using a full-potential method
(Paper presented at the AIAA 28th Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, Nevada, USA, January 8–11, 1990)
Vooren, J. van der, Wees, A.J. van der

TP 89366 U

NARSIM and EFMS: Tools for research on integrated ATM
(Paper prepared for the symposium on "Man-Machine Interface Aspects in Civil Aviation", Faculty of Electrical Engineering of the Delft University of Technology, December 8, 1989)
Braven, W. den, Dorp, A.L.C. van

TP 89370 U

Error localization and mathematical model updating at FSS and the NLR
(Paper presented at the 8th International Modal Analysis Conference (IMAC), Kissimmee, Florida, USA)
Boer, A. de, Ellenbroek, M.H.M., Wijker, J.J.

TP 89400 U

Windhinder: meettechnieken in de windtunnel
(Voordracht gehouden tijdens het Symposium "Windhinder", Apeldoorn, 14 november 1989)
Willemsen, E.

TP 90035 U

Efficient numerical time integration methods for simulation of multibody systems
Dieleman, P., Dam, A.A. ten

TP 90068 U

The use of load enhancement factors in the certification of composite aircraft structures
Lameris, J.

TP 90070 U

Correlation, error-localization and updating of the second problem defined in Garteau SM AG-11
Boer, A. de, Ellenbroek M.H.M.

TP 90082 U

Scientific computing environment derived from military and space applications
(Paper presented at the Seminar "High-Technology Spin-Off", Brussel, 19–20 maart 1990)
Loeve, W.

TP 90084 U

Monitoring Load experience of individual aircraft
(Paper presented at the 17th ICAS Congress, Stockholm, Sweden, September 1990)
Jonge, J.B. de

TP 90097 U

Diffuser Casing upgrade for an advanced turbofan

(Paper presented at the Conference for Life Assessment & Repair Technology For Combustion Turbine Section Components, 17–19 April 1990, Phoenix, Arizona)

Kool, G.A., Wanhill, R.J.H., Looije, C.E.W.

TP 90105 U

Mimose Programmatuurgereedschap voor het samenstellen van simulatoren

(Gepresenteerd voor "De Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart", 22 februari 1990)

Jong, H. de

TP 90108 U

Modifications and results of flight test of a practice bomb adapter

Rijzebol, K.R.

TP 90123 U

Localization of the cause of the differences between measured and calculated modal parameters

(Paper presented at the Dutch National Applied Mechanics Congress, Rolduc, Kerkrade, The Netherlands, April 2–4, 1990)

Boer, A. de, Ellenbroek, M.H.M.

TP 90132 U

Fracture and fatigue evaluation of damage tolerant Al-Li alloys for aerospace applications

(Paper presented at "the Eighth European Conference on Fracture", Turin, 1–5 October 1990)

Wanhill, R.J.H., Schra, L., 't Hart, W.G.J.

TP 90141 U

Analysis of space shuttle payload accelerometer data

(Paper presented at "The 5th Canadian Symposium on Aerospace Structures and Materials", Toronto, Ontario, Canada, 14–15 May 1990")

Have, A.A. ten

2 Bijdragen aan congressen en cursussen

Ir. H.M.M. van der Wal

Vermogensschommelingen aan een trillende staaf nader geanalyseerd, Nederlands Akoestisch Genootschap, Utrecht, 1 maart 1990

Ir. J.J. Meijer

Investigation of a semi-empirical method to predict limit cycle oscillations of modern fighter aircraft, Specialists' Meeting "Aircraft dynamic loads due to flow separation", AGARD SMP, Sorrento, Italy, 31 March–7 April

Dr.ir. B. van den Berg

Turbulence modelling: survey of activities in Belgium and The Netherlands, an appraisal of the status and a view on the prospects, AGARD FDP Technical Status Review on "Appraisal of the suitability of turbulence models in flow calculations", Friedrichshafen, FRG, 25–27 April 1990

Dr.ir. F.J. Brandsma en dr. J.G.M. Kersten (UT)

The ISNaS compressible Navier-Stokes solver: first results for single airfoils, 12th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Oxford, UK, 8–14 July 1990

Ir. J.W.G. van Nunen

LAH Main rotor model test at DNW, European Rotorcraft Forum, Braunschweig, FRG, 2–3 August 1990

Prof.ir. J.W. Slooff and ir. J. van der Vooren

CFD-based drag prediction; state of the art, theory, prospects, AIAA Professional Studies Series, Course on Drag-Prediction and Measurement, Portland, Or, USA, 23–24 August 1990

Ir. H.M.M. van der Wal

Exploratory flexural power flow measurements on a bar, 3rd International Congress on Intensity Techniques, Senlis, France, 27–29 August 1990

Ir. A. Elsenaar

The wind tunnel as a tool for laminar flow research, 17th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Stockholm, Sweden, 9–14 September 1990

Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers

Numerical simulation of the vortical flow over a delta wing at subsonic and transonic speeds, 17th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Stockholm, Sweden, 9–14 September 1990

Ir. J.H.M. Gooden

Flow gradient corrections on hot-wire measurements using an X-wire probe, 12th Symposium on Turbulence, Rolla, Missouri, USA, 22–28 September 1990

Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers

Modelling and numerical simulation of vortex flows in aerodynamics, AGARD Fluid Dynamics Panel Symposium on Vortex Flow Aerodynamics, Scheveningen, 1–4 October 1990

Dr. D.S. Woodward (RAE), dr. B.R. Williams (RAE), dr. W. Kordula (DLR), dr. M. Borsi (Aeritalia) and dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers

Comparison of solutions of various Euler solvers and one Navier-Stokes solver for the flow about a sharp-edged cropped delta wing (IEPG Common exercise paper), AGARD Fluid Dynamics Panel Symposium on Vortex Flow Aerodynamics, Scheveningen, 1–4 October 1990

Drs. J.I. van den Berg, Ir. J.M.W. Jacobs and dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers

Analysis of results of an Euler equation method applied to leading-edge vortex flow, AGARD Fluid Dynamics Panel Symposium on Vortex Flow Aerodynamics, Scheveningen, 1–4 October 1990

Ir. A. Elsenaar and dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers

An experimental study of the flow over a sharp-edged delta wing at subsonic, transonic and supersonic speeds, AGARD Fluid Dynamics Panel Symposium on vortex Flow Aerodynamics, Scheveningen, 1–4 October 1990

Ir. M.H.L. Hounjet

Hyperbolic grid generation with BEM source terms, IABEM-90 Symposium, Rome, Italy, 15–19 October 1990

Ir. T. Zandbergen

Experimental/theoretical investigation of the sound field of an isolated propeller including angle of incidence effects, AIAA Aeroacoustics Conference, Tallahassee, Florida, USA, 22–24 October 1990

**Ir. J.J. Meijer, dr. A.M. Cunningham jr.
(General Dynamics) en prof.ir. R.J. Zwaan**

A semi-empirical approach to predict transonic limit cycle oscillation characteristics of fighter aircraft, 8th Aircraft/stores Compatibility Symposium, US Department of Defence, Ft. Walton Beach, Florida, USA, 23–25 October 1990

Ir. E.R. Rademaker

Experimental validation of a lined-duct acoustics model including flow, ASME Winter Annual Meeting, Dallas, Texas, USA, 25–30 November 1990

Ir. R. den Boer

Unsteady transonic delta programme at NLR, AIAA Conference, (SDM), Long Beach, California, USA

Ir. J.M.G.F. Stevens en Ir. H.J.C.G. Vodegel

S-76 B certification for vertical take-off and landing operations from confined areas, 16th European Rotorcraft Forum, Glasgow, UK, 18–21 April 1990

Ir. W. Brouwer en ing. L. Meerwijk

Development of non-linear real-time helicopter simulation using a blade element method, Royal Aeronautical Society Conference on Progress in Helicopter and V/STOL Aircraft Simulation, London, UK, 1–2 May 1990

Ir. K.R. Rijzebol

Modifications and results of flight tests of a practice bomb adapter, Fifth Flight Test Conference, AIAA/DGLR/SEPT/SFTE, Ontario, Canada, 19–26 May 1990

Drs. S. Storm van Leeuwen

A simple and low cost system to measure delay times in pneumatic systems, Society of Flight Test Engineers European Chapter mini symposium, Linköping, Sweden, 7–8 June 1990

Drs. P.G.A.M. Jorna

Operator workload as a limiting factor in complex systems, Automation and System Issues in Air Traffic Control, Naples, Italy, 18–29 June 1990

Drs. P.G.A.M. Jorna

Electronic COCOONS and 4D tubes: possible pilot-controller conflicts, Automation and System Issues in Air Traffic Control, Naples, Italy, 18–29 June 1990

Drs. N. van Driel

The sky is no longer the limit, 21st Annual Symposium of the Society of Flight Test Engineers, Garden Grove, California, USA, 6–10 August 1990

Ir. R. Krijn

Approach flight trials in The Netherlands for the Navstar GPS Joint Program Office International Test Program, 21st Annual Symposium of the Society of Flight Test Engineers, Garden Grove, California, USA, 6–10 August 1990

Ir. H. Kannemans

In-flight pressure distribution measurements, Instrumentation, data handling and comparison with wind tunnel data, co-author: D.F. Volkers, 17th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Stockholm, Sweden, 9–14 September 1990

Ir. J.L. Soesman

On the optimization of windshear warning and guidance systems, 17th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences (ICAS), Stockholm, Sweden, 9–14 September 1990

Ir. C. Hermans en ir. J.W.G. van Nunen

LAH main rotor model test at the DNW, 16th European Rotorcraft Forum, Glasgow, UK, 18–21 September 1990

Drs. N. van Driel

Results of a test program for the use of differential GPS for approach guidance, GPS '90, co-author: ir. R. Krijn, 3rd International Technical Meeting, Colorado Springs, Colorado, USA, 19–21 September 1990

Dr. F.J. van Schaik

Sensoren in vliegtuigen, Themadag sensoren, Microcentrum Nederland, Delft, 18 oktober 1990

Ir. K.R. Rijzebol

Improvement of separations of practice bombs from a multiple bomb adapter, Eighth Aircraft/Stores Compatibility Symposium, Fort Walton Beach, Florida, USA, 23-25 October 1990

Drs. N. van Driel

Results of a test program for the use of differential GPS for approach guidance, co-author: ir. R. Krijn, NATO GPS Symposium, Tri-Service Group on Communications and Electronic Equipment (TSGCEE), Brussels, Belgium, 20-22 November 1990

Drs. P.G.A.M. Jorna

Heartrate and workload variations in actual and simulated flight, CEC Workshop on Psychophysiological measures in transport operations, Cologne, 29 November-1 December 1990

Ir. A.A. ten Have

Bewaking van het operationele gebruik van helikopters ten aanzien van duurzaamheid en schade-bestendigheid van de constructie, Symposium 'Vliegtuigonderhoud', Hogeschool Haarlem, 22 februari 1990

Ir. J.H. Heida, ir. G. Beuker and ir. M. Verdegaal

Manufacturing and inspection of artificial delaminations in composite materials, ASTM Spring Conference, San Antonio, Texas, USA, 19-23 March 1990

Ir. A.U. de Koning

Static crack extension during proof testing and its effect on subsequent fatigue crack growth, International Symposium on structural integrity of aging airplanes, Atlanta, Georgia, USA, 20-22 March 1990

Dr. ir. A. de Boer, ir. M.H.M. Ellenbroek

Localization of the causes of the differences between measured and calculated modal parameters, Nationaal Mechanica Congres, Rolduc, Kerkrade, 2-4 april 1990

Ing. G.A. Kool

Diffuser Casing Upgrade for an advanced turbofan, Conference for life assessment and Repair Technology for Combustion Turbine Section Components, Phoenix, Arizona, USA, 17-19 April 1990

Ir. A.U. de Koning

Modelling high crack growth rates under variable amplitude loading, ASTM Symposium on Advances in Fatigue Lifetime Predictive Techniques, San Francisco, USA, 24 April 1990

J.A.M. Boogers, dr. R.J.H. Wanhill en ing. H.J.C. Hersbach

Thermal shock and oxidation resistance of ceramic coatings, Contactdag NNC Sector Energie, 26 april 1990

Ing. P.J. Sevenhuijsen

Patronen, fotonen, elektronen en holonen (over mechanica, meten en mensen), Afscheidssymposium 'Twee keer twintig jaar ir. J.H. van der Ploeg', TU-Eindhoven, 11 mei 1990

Ir. A.A. ten Have

Analysis of Space Shuttle accelerometer data, Fifth Canadian Symposium on Aerospace Structures and Materials, Toronto, Canada, 14-15 May 1990

Dr. R.J.H. Wanhill

Spacecraft sustained load fracture control, International Conference on Spacecraft Structures and Mechanical Testing, ESA/ESTEC, Noordwijk, April 1991

Dr. R.J.H. Wanhill

Fatigue crack growth in damage tolerant Al-Li sheet alloys, ASM International Conference on Advanced Aluminium and Magnesium Alloys, Amsterdam, 20-22 June 1990

Dr. ir. G. Bartelds

Kosteneffectiviteit bij ontwikkeling en gebruik van wapensystemen, KIVI-Symposium over Defensietechnologie, 26 september 1990

Ir. J.B. de Jonge

Monitoring load experience of individual aircraft, 17th Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS), Stockholm, Sweden, 9-14 September 1990

Dr. R.J.H. Wanhill, ing. S. Schra and

Ir. W.G.J. 't Hart

Fracture and fatigue evaluation of damage tolerant Al-Li alloys for aerospace applications, Eighth European Conference on Fracture, Turin, Italy, 1-5 October 1990

Ir. A.A. ten Have

Refined P-3 fatigue life calculations, 3rd P-3 IOSC Conference, Burbank, California, USA, 16–19 October 1990

Ing. L. Schra

"Breaking load"-methode en belastingring voor spanningscorrosie beproeving van aluminium legeringen, Bijeenkomst Werkgroep Spanningscorrosie van het Nederlands Corrosie Centrum (NCC), Geleen, 23 oktober 1990

Ing. P.J. Sevenhuijsen

Grid methods in experimental mechanics, Grid Seminar WRDC/FIBGD, Wright-Patterson AFB, Ohio, USA, 31 October 1990

Dr.ir. G. Bartelds

Ontwerp en gebruikaspecten van moderne vliegtuigmaterialen, Themadag materialenonderzoek voor de krijgsmacht, Delft, 21 november 1990

Dr. R.J.H. Wanhill, ing. L. Schra and

ir. W.G.J. 't Hart

Crack resistance, fracture toughness and *instability in damage tolerant Al-Li alloys*, ASTM Symposium on Cyclic Deformation, Fracture, and Nondestructive Evaluation of Advanced Materials, San Antonio, Texas, USA, 12–13 November 1990

Dr. R.J.H. Wanhill and ing. L. Schra

Short cracks and durability analysis of the Fokker 100 wing/fuselage structure, International Conference on short cracks, Sheffield, UK, December 1990

Dr.ir. A. de Boer, ir. M.H.M. Ellenbroek en ir. J.J. Wijker

Error localization and mathematical model updating at FSS and the NLR, Eighth IMAC, Kissimee, Florida, USA, 1990

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg

Momentum measurements of small spacecraft for diagnosis of on board transport processes, Meeting of the European Low Gravity Research Association, Utrecht, 9–11 April 1990

Drs. M.C.J.M. Krinkels

Mini Fluid Science Laboratory, a facility for preparation on earth of microgravity fluid physics experiments, Meeting of the European Low Gravity Research Association, Utrecht, 9–11 April 1990

Ir. W.J. Looijen, ing. W. Verhoef, ir. J.C.P.W. Clevers, ir. J.T. Lamers (PAVG), ing. J. Boerma (PAVG)

Measurements on directional reflectance and acquisition of stereo information by CAESAR, International Geoscience and Remote Sensing Society's 1990 Symposium, Washington DC, USA, 21–24 May 1990

Ir. A.A.M. Delil

Test loops for two-phase thermal management system components, co-author: ir. J.F. Heemskerk, 20th International Conference on Environmental Systems, Williamsburg, USA, 9–12 July 1990

Ir. E.A. Kuypers and R. Born (Dornier)

Data handling in telescience experiments using the prototype optical diagnostic instrument (PODI), 41st International Astronautical Congress, Dresden, Germany, October 1990

J.L. Dupont (Sabena Technics) and

ir. C.N.A. Pronk

Training facilities and concepts for Hera, ESTEC Workshop on Simulators for European Space Programmes, Noordwijk, 29–31 October 1991

Ir. P. Dieleman, ir. M.J.H. Couwenberg en ir. F. van der Laan (Fokker)

Modelling and real-time simulation of the Hermes robot arm HERA, International Symposium of Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space, Kobe, Japan, 18–20 November 1990

Ir. J. van der Vooren and

dr.ir. A.J. van der Wees

Inviscid drag prediction for transonic transport wings using a full-potential method, AIAA 28th Aerospace Sciences Meeting, Reno, Nevada, USA, 8–12 January 1990

Ir. R.F. van den Dam, ing. J.A. van Egmond and ir. J.W. Slooff

Optimization of target pressure distributions, AGARD Special Course on Inverse Methods for Airfoil Design for Aeronautical and Turbomachinery Applications, VKI, Rhode-Saint-Genèse, Belgium, 14–18 May 1990

Ir. R.F. van den Dam

Constrained spanload optimization for minimum drag of multi-lifting-surface configurations, AGARD Special Course on Inverse Methods for Airfoil Design for Aeronautical and Turbomachinery Applications, VKI, Rhode-Saint-Genèse, Belgium, 14–18 May 1990

Dr.ir. F.J. Brandsma and ir. J.G.M. Kuerten (UT)

The ISNaS compressible Navier-Stokes solver: first results for single airfoils, 12th Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Oxford, England, 9–13 July 1990

Dr.ir. J.W. Boerstoeel and dr. S.P. Spekrijse

An information system for the numerical simulation of 3D Euler flows around aircraft, 2nd World Congress on Computational Mechanics, Stuttgart, Germany, 26–31 August 1990

Dr.ir. H. Schippers and dr. J.J. Heijstek

Modal analysis of solar arrays, DFG Workshop on Boundary Element Methods, Stuttgart, 1–4 September 1990

Drs. J.I. van den Berg and dr.ir. J.W. Boerstoeel

Development and validation of a characteristic boundary condition for a cell-centered Euler method, 17th ICAS Congress, Stockholm, Sweden, 9–14 September 1990

Ir. W. Loeve

De faculteit en haar computer, leefden ze lang en was iemand gelukkig?, Ingebruikstelling computer, Faculteit Bedrijfskunde RUG, Groningen, 2 november 1990

3

Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen

AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics
AMC	Amsterdams Medisch Centrum
APT	ATT en Philips Telecommunicatie
ARA	Aircraft Research Association
ARALL	ARamide Aluminium Laminate
ATC	Air Traffic Control
BCRS	Beleidscommissie Remote Sensing
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung
BRITE	Basic Research in Industrial Technologies for Europe
CAD	Computer-Aided Design
CAE	Canadian Aviation Electronics
CAE	Computer-Aided Engineering
CAESAR	CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CARTE	Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe
CCD	Charge-Coupled Device
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIRA	Centro Italiano Ricerche Aerospaziale
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel
DVSV	Dataverwerkingsstation Vliegproeven
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EDIPAS	Engineering Data Interactive Presentation and Analysis System
EG	Europese Gemeenschappen
EFIS	Electronic Flight Instrument System
ERS	ESA Remote-Sensing Satellite
ESA	European Space Agency
ESOC	European Space Operations Centre
ESA-IRS	ESA Information Retrieval Service
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
ETW	Europese Transsone Windtunnel
EURAM	European Research on Advanced Materials
EUROCONTROL	European Organization for the Safety of Air Navigation
EVD	Economische Voorlichtings Dienst
EZ	Ministerie van Economische Zaken
FAA	Federal Aviation Administration
FAO	Food and Agriculture Organization
FFA	Aeronautical Research Institute of Sweden
FSS	Fokker Space & Systems
GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
GPS	Global Positioning System
HSA	Hollandse Signaalapparaten B.V.
HSFP	Hera Simulation Facility Pilot
HST	Hoge-Snelheids Tunnel

ICAO	International Civil Aviation Organization
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IEPG	Independent European Programme Group
ILST	Indonesische Lage-Snelheidstunnel
IPTN	Nusantara Aircraft Industries (Bandung)
ISARD	Integrated Support for Aeronautical Research and Development
ITB	Institut Teknologi Bandung (Indonesië)
JAR	Joint Airworthiness Regulations
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
KLu	Koninklijke luchtmacht
KM	Koninklijke marine
KMA	Koninklijke Militaire Academie
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
KSSU	KLM, SAS, Swissair, UTA
LAGG	Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory
LAMF/ETSIA	Laboratorio de Aerodinamica de la Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Aeronauticos (Madrid)
LST	Lage-Snelheids Tunnel
MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
MLS	Microwave Landing System
MRVS	Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem
NAG	Netherlands Aerospace Group
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NAVO	Noord-Atlantische VerdragsOrganisatie
NAVSEP	Panel of Experts on Navigation and Separation (Eurocontrol)
NAVSTAR	Navigation System with Time and Ranging
NIVR	Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart
NKO	Nederlandse Kalibratie Organisatie
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NLRGC	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartgeneeskundig Centrum
NNC	NASA Nationaal Centrum
NOP	Noordoostpolder
NPOC	National Point of Contact
NRT	NIVR Ruimte technologieprogramma
NSM	Niet-Stationaire Meetmethode
NTIS	National Technical Information Service (USA)
ONERA	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales
O&W	Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen
PETW	Pilottunnel ETW
PUSPI TEK	Nationaal Centrum voor Research, Wetenschap en Technologie (Indonesië)
RAE	Royal Aerospace Establishment
RESEDA	Remote-Sensing Dataverwerkingssysteem
RLD	Rijksluchtvaartdienst
RLS	Rijksluchtvaartschool
SARA	Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam
SICAS	SSR Improvement and Collision Avoidance System
SIGNAAL	Hollandse Signaalapparaten B.V.

SLAR	Side-Looking Airborne Radar
SPOT	Système Probatoire Observation Terrestre
SSR	Secondary Surveillance Radar
SST	Supersone-Snelheids Tunnel
TDCK	Wetenschappelijk en Technisch Documentatie- en Informatiecentrum voor de Krijgsmacht
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TPD	Technisch Fysische Dienst TNO-TU
TPS	Turbine-Powered Simulation
TTA	Technological/Technical Assistance
TUD/LR	TU-Delft, Faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek
USAF	United States Air Force
UT	Universiteit Twente
V&W	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VKI	Von Kármán Institute of Fluid Dynamics
WL	Waterloopkundig Laboratorium

