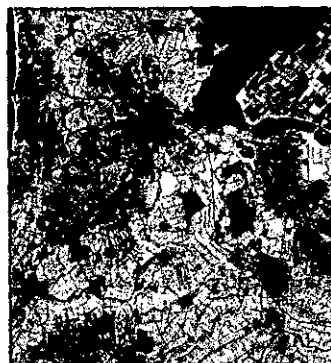
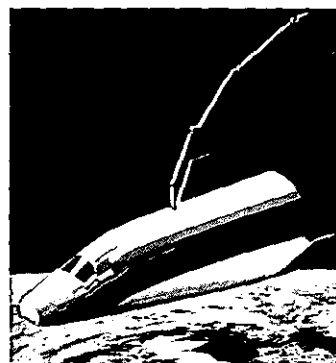
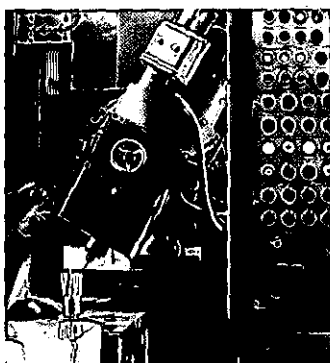
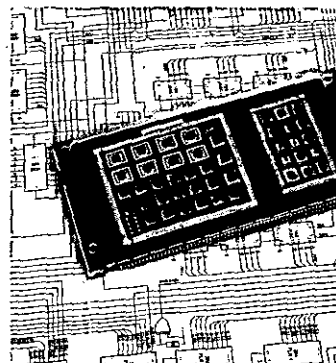
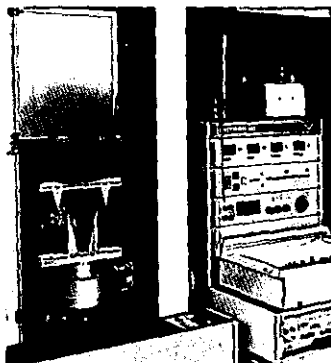


STICHTING

*Nationaal Lucht- en
Ruimtevaartlaboratorium*



VERSLAG
OVER HET JAAR

1989

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

Bureau van het Bestuur van de Stichting:

Kluyverweg 1, 2629 HS DELFT
Postbus 126, 2600 AC DELFT
Telefoon (015) 78 80 14 – Telex 38325 (stnir nl)
Fax (015) 56 61 01

Laboratorium Amsterdam:

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM
Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM
Telefoon (020) 511 31 13 – Telex 11118 (nlraa nl)
Fax (020) 17 80 24

Laboratorium Noordoostpolder:

Voorsterweg 31, 8316 PR MARKNESSE
Postbus 153, 8300 AD EMMELOORD
Telefoon (05274) 84 44 – Telex 42134 (nlrbb nl)
Fax (05274) 38 97

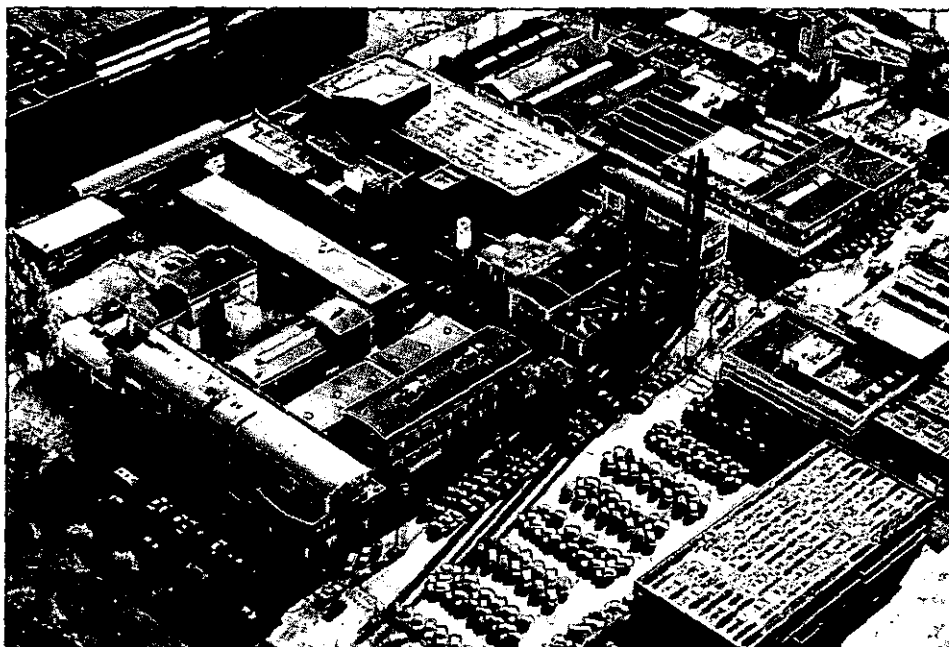
VERSLAG
OVER HET JAAR
1989

STICHTING
NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM

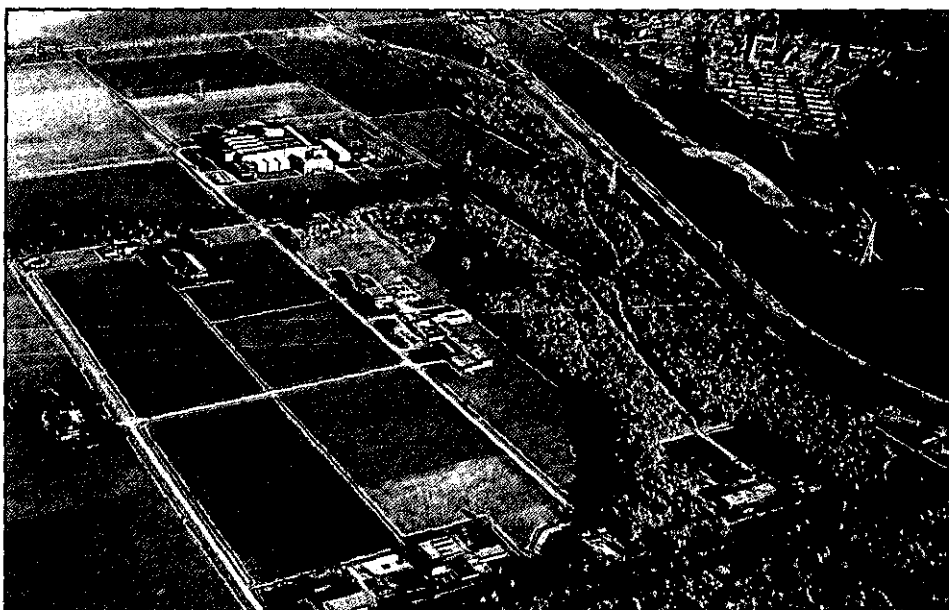
MET GEGEVENS OMTRENT
DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR,
DE INTERNATIONALE SAMENWERKING
IN AGARD-, DNW-, ETW-, EN GARTEUR-VERBAND,
EN OMTRENT DE SAMENWERKING MET INDONESIË



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, van Onderwijs en Wetenschappen, en van Financiën
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. Sjerp	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
Drs. B.R. Barten	Minister van Financiën
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	Nederlands Instituut voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)
M.G. Geschiere, Lt.Gen. b.d.	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	NLR-bestuur

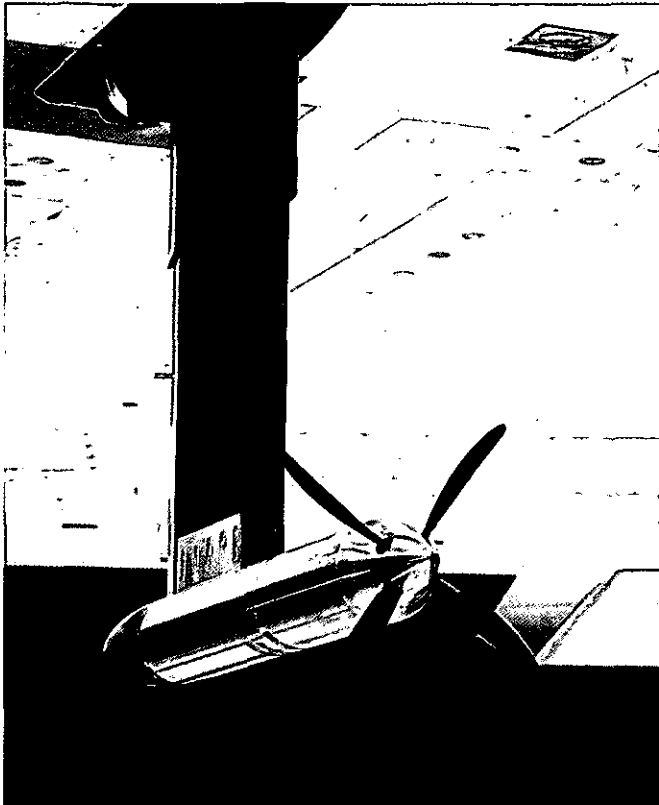
DIRECTIE VAN HET NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM*

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

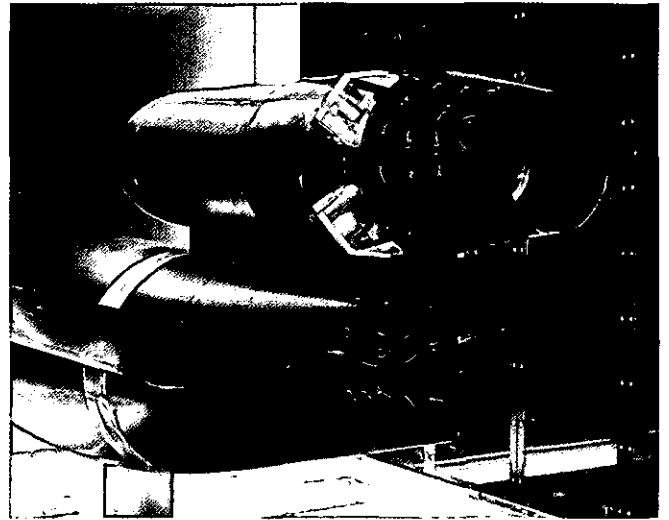
* samenstelling op 31 december 1989

INHOUDSOPGAVE

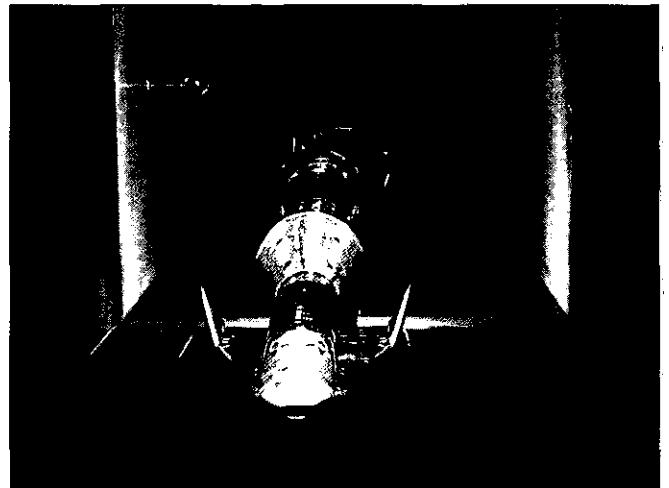
1	ALGEMENE BESCHOUWINGEN	7
1.1	Bestuur van de Stichting	7
1.2	Activiteiten van de Stichting	9
1.3	Financiële aangelegenheden van de Stichting	11
1.4	Achtergronden van het beleid: Milieutechnologie bij het NLR	12
2	ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM	17
3	OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK	21
3.1	Stromingen	21
3.2	Vliegtuigen	25
3.3	Constructies en materialen	31
3.4	Ruimtevaart	35
3.5	Toegepaste informatica	39
4	TECHNISCHE OUTILLAGE	47
4.1	Technische outillage voor stromingsonderzoek	47
4.2	Technische outillage voor vliegtuiggebruik en vliegmechanisch onderzoek	50
4.3	Technische outillage op het gebied van constructies en materialen	51
4.4	Technische outillage voor ruimtevaartonderzoek	51
4.5	Technische outillage voor toegepaste informatica	52
4.6	Technische outillage voor mechanische techniek	52
5	CAPITA SELECTA	55
5.1	Het vernieuwde Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica	55
5.2	Onderzoek voor het satellietnavigatiesysteem Navstar-GPS	58
5.3	Kennistechnologie in de lucht- en ruimtevaart	65
6	BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE	73
7	EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN	75
8	WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR	79
9	INTERNATIONALE SAMENWERKING	81
9.1	Internationale samenwerking in AGARD-verband	81
9.2	Internationale samenwerking in DNW-verband	85
9.3	Internationale samenwerking in ETW-verband	87
9.4	Internationale samenwerking in GARTEUR-verband	89
9.5	Samenwerking met Indonesië op het gebied van luchtvaartonderzoek	93
	Bijlage 1 – Publikaties	95
	Bijlage 2 – Bijdragen aan congressen en cursussen	104
	Bijlage 3 – Verklaring van een aantal van de gebruikte afkortingen	110



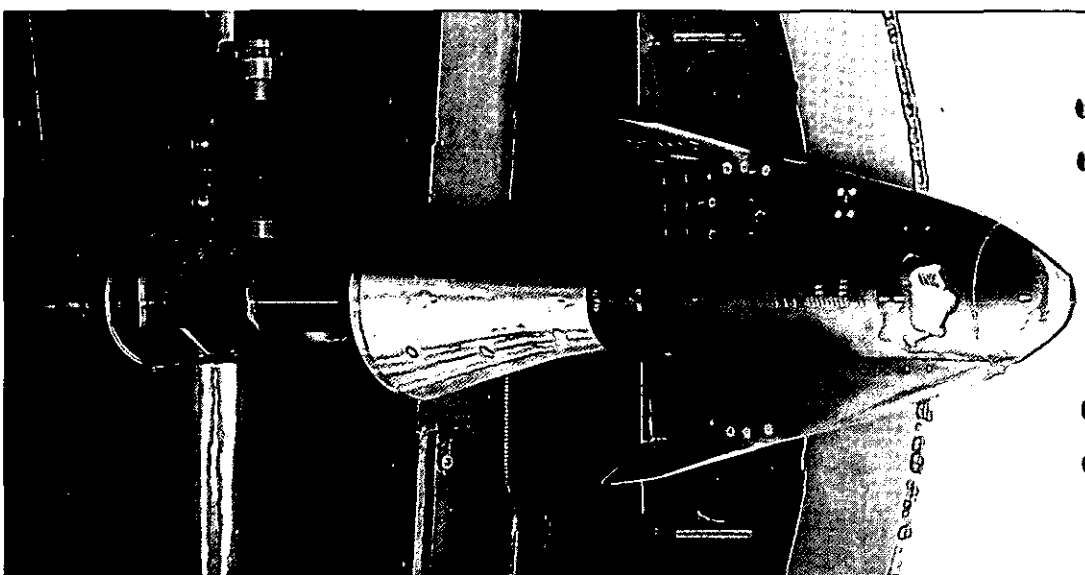
Propellermodel van koolstofvezel-composiet in de LST.



Model van een straalomkeerder met een rompsimulator van Hurel-Dubois voor onderzoek in de LST.



Model van een configuratie van het Hermès-ruimtevoertuig in de HST.



Hermès-model in de SST.

1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1.1 BESTUUR VAN DE STICHTING

Vergaderingen

Het NLR-bestuur vergaderde op 23 februari, 13 april, 13 juli en 5 oktober. 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 de oktober-vergadering vond de jaarlijkse lunch met de leden van de Ondernemingsraad NLR plaats.

Samenstelling

De heer E.J. Gerritsen, Gen.maj. KLu b.d., werd namens het bestuur van het NLRGC per 1 februari benoemd tot bestuurslid van de Stichting NLR.

Per 1 mei werd drs. C.A. Stants opgevolgd door ir. H.N. Wolleswinkel. De heer M.G. Geschiere, Lt.Gen. KLu b.d., werd herbenoemd.

De minister van Financiën gaf te kennen in de toekomst te willen afzien van het recht een bestuurslid te benoemen. Nadat een gemeenschappelijke beschikking door de betrokken ministers was opgesteld, zijn de Statuten van de Stichting NLR op 18 januari 1990 gewijzigd en is het benoemingsrecht van de minister van Financiën vervallen.

Langs deze weg wil het bestuur drs. Stants nogmaals danken voor de wijze waarop hij zich in de afgelopen jaren heeft ingezet voor het NLR, de DNW en de ETW.

Op 1 november ging prof.dr.ir. O.H. Gerlach, voorzitter van het bestuur van de Stichting, met emeritaat bij de Technische Universiteit Delft, na een 40-jarige carrière bij het wetenschappelijk onderwijs. *Een groot aantal genodigden woonde het afscheidscollege bij, waarin professor Gerlach extra aandacht vroeg voor de "human factors" in het lucht- en ruimtevaartonderzoek.*

Bestuursoverleg

Zoals gebruikelijk werd door het bestuur veel aandacht besteed aan het beleid van de Stichting en de neerslag daarvan in de begrotingen, de werkplannen en het investeringsplan, alsmede aan het financiële verslag en het jaarverslag.

Voorts werd een groot aantal belangrijke investeringsvoorstellen goedgekeurd.

In het bestuur werd stilgestaan bij het feit, dat de voorloper van de Stichting NLR, de Rijks Studiedienst voor de Luchtvaart (RSL), in 1919 werd opgericht. Gedurende de afgelopen 70 jaar heeft het NLR bewezen in een belangrijke behoefte aan technisch-wetenschappelijke ondersteuning in binnen- en buitenland te voorzien.

Wederom sprak het bestuur zijn grote zorg uit over de te geringe omvang van het eigen onderzoek en van de investeringen bij het NLR.

Er werd een nadere financiële invulling gegeven aan de noodzaak het eigen onderzoek te intensiveren en grote faciliteiten, zoals de Hoge-Snelheids Tunnel (HST), te moderniseren. De daaruit resulterende subsidie-behoefte werd neergelegd in een notitie voor de kabinetsformateur. Over deze notitie is overleg gevoerd met Fokker en het NIVR, daar deze instanties ook een notitie voor de kabinetsformateur hadden opgesteld. In het verslagjaar werden de pogingen om te komen tot een nationaal lucht- en ruimtevaartplatform voortgezet.

In het bestuur werd veel aandacht geschonken aan de voorwaarden die moeten worden geschapen om de positie van de Nederlandse vliegtuigindustrie in de toekomst op technologisch gebied veilig te stellen. De noodzaak, het Algemene Research Programma van het NIVR te versterken en het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) van het NIVR te hervatten, werd op een groot aantal plaatsen naar voren gebracht.

Eigen geavanceerde technologische kennis is immers de voorwaarde voor zinvolle industriële samenwerking in de vliegtuigbouw in de toekomst. Tevens is deze kennis een voorwaarde voor

participatie in internationale samenwerking op onderzoeksgebied. Internationale samenwerking in het onderzoek vormt een belangrijk aspect van het bestuursbeleid.

In het verslagjaar werd een begin gemaakt met de NLR-werkzaamheden in het kader van het BRITE-EURAM stimuleringsprogramma van de EG. In het raamwerk van dat programma is opgenomen de "Pilot phase" van een specifiek programma-onderdeel voor de Europese vliegtuigbouw. De ervaringen opgedaan in dit "Pilot"-programma zullen worden benut bij de formulering van het volgende EG-programma voor de stimulering van de Europese vliegtuigindustrie. Het NLR participeert in het Pilotprogramma. Gebleken is, dat participatie in dit soort programma's veel voorbereiding vergt en hoge kosten veroorzaakt, en dat een vrijwel permanente aanwezigheid van een NLR-medewerker in Brussel onontbeerlijk is.

Veel overleg is voorts nodig met de Europese partners in de diverse programma-onderdelen. Bestuurlijk overleg tussen de Europese onderzoeksinstituten bleek voorts noodzakelijk. Een gezamenlijke poging de financiële voorwaarden die de EG stelt voor deelname aan dit soort programma's, meer af te stemmen op de praktijk bij onderzoeksinstellingen zoals het NLR, bleef voortsnog zonder resultaat. Wel stimuleerde het EG-initiatief de wens van verdergaande bestuurlijke afstemming tussen de Europese instellingen voor lucht- en ruimtevaartonderzoek. Overleg werd gevoerd om te komen tot de oprichting van ECARE (European Co-operation of Aerospace Research Establishments). Daarbij werd gepoogd nauw aan te sluiten bij de reeds bestaande samenwerking in GARTEUR-verband (Group for Aeronautical Research and Technology in Europe). Naar verwachting kan het overleg over ECARE in 1990 worden afgerond.

Het NLR participeert niet alleen in de bovengenoemde projecten, maar ook in projecten van de AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Development) en van de IEPG (Independent European Programme Group). Voorts werden besprekingen gevoerd op bilaterale basis met de DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt) om tot een intensievere samenwerking te komen.

Speciale vermelding verdient het samenwerkingsproject met Indonesië, waarbij het NLR in opdracht van de overheid adviseert bij het bouwen en opereren van een lage-snelheidswindtunnel (de ILST) en de TU-Delft adviseert bij de lucht- en ruimtevaartopleiding aan de TH te Bandung. De ILST werd op 11 december 1989 officieel in gebruik gesteld door President Soeharto. In opdracht van de Nederlandse overheid werd het samenwerkingsproject geëvalueerd door onafhankelijke deskundigen uit Indonesië en Nederland. Het resultaat van deze evaluatie was zeer positief. Geadviseerd werd, het project te continueren en, terzake van de ondersteuning van de TH-Bandung, de samenwerking te intensiveren.

De bezetting met opdrachten bij de Duits-Nederlandse Windtunnel, waarin de Stichting NLR voor 50% participeert, nam ten opzichte van 1988 aanzienlijk toe. Voor de komende jaren wordt een goede bezetting voorzien.

Voor de bouw van de Europese Transsone Windtunnel (ETW), waarin de Stichting voor 7% participeert, werd een aantal grote bouwcontracten afgesloten. De Nederlandse industrie wordt ingeschakeld bij dit bouwproject.

Voor een nadere toelichting op de gang van zaken bij AGARD, GARTEUR, DNW, ETW alsmede de samenwerking met Indonesië wordt verwezen naar hoofdstuk 9 van dit verslag.

Niet onvermeld mag blijven, dat het bestuur veel medewerking ondervond van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, speciaal van de Rijksluchtvaartdienst.

Enerzijds was dit Ministerie bereid in 1989 een extra subsidie beschikbaar te stellen, anderzijds was het bereid het eigen vermogen van het NLR te versterken, zodat gedeeltelijk kon worden voorzien in de gestegen behoefte aan werkkapitaal van de Stichting.

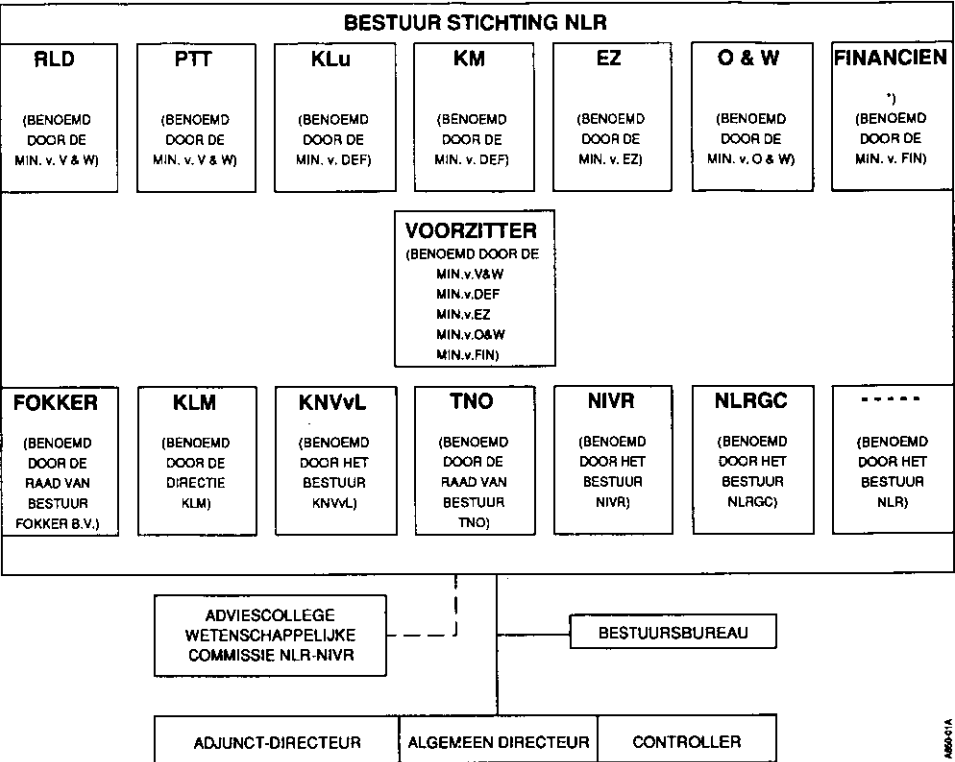
Samenwerking

Het bestuur wil voorts 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. Speciaal 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.

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 TTA-79-project (ondersteuning Indonesië), terwijl ir. Sombroek die functie bekleedt voor de AGARD.

**DE ORGANISATIE VAN DE
STICHTING NATIONAAL LUCHT-EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM**
(TEVENS OVERZICHT VAN DE BUNDELING VAN BELANGENGROEPEN DOOR DE BENOEMINGSWIJZE PER BESTUURSLID)



*) Door een wijziging in de statuten is per 18 januari 1990 het benoemingsrecht van de minister van Financiën op zijn verzoek vervallen.

1.2 ACTIVITEITEN VAN DE STICHTING

De groei die het civiele luchtverkeer in de afgelopen jaren gekenmerkt heeft, zette ook in 1989 door. Dat had tot gevolg dat de vliegtuigfabrieken wederom vele orders konden boeken. Fokker vormde daarop geen uitzondering en wist een record aan bestellingen te noteren.

Door de groei van het luchtverkeer worden de problemen bij de luchtverkeersleiding steeds groter. Meer onderzoek is nodig op dit terrein teneinde te voorkomen, dat de groei van het luchtverkeer moet worden omgebogen door de beperkingen die de luchtverkeersleiding oplegt. Hetzelfde geldt overigens voor de milieu-aspecten van de luchtvaart, waarvoor verwezen wordt naar hoofdstuk 1.4.

De ontspanning tussen Oost en West zal ongetwijfeld ook consequenties hebben voor de omvang van de – vrijwel geheel in de NAVO geïntegreerde – Nederlandse strijdkrachten. Verwacht mag worden dat de kwaliteit van personeel en materieel steeds belangrijker zal worden. Het NLR zal daaraan in de komende jaren een belangrijke bijdrage kunnen leveren in het kader van de opleiding en het oefenen van personeel, alsmede bij het verbeteren van vliegende systemen, de ontwikkeling van nieuwe helikopters en de verbetering van "command en control"-systemen.

Voorts zal de behoefte aan betrouwbare verificatiemiddelen door de op handen zijnde wapen-beheersingsakkoorden sterk toenemen. Ook hier zal het NLR technisch-wetenschappelijke ondersteuning kunnen leveren.

Binnenlandse opdrachten	De opdrachten van binnenlandse opdrachtgevers bedroegen in totaal f 48,9 miljoen. De opdrachten voor het NIVR lagen op een relatief laag niveau. Deze opdrachten, ad f 10,9 miljoen, hadden voornamelijk betrekking op afrondende werkzaamheden voor de Fokker 100-ontwikkeling, het Algemene Research Programma en het Ruimtevaart Technologie Programma van het NIVR. In 1989 werd uitvoerig overleg gepleegd met de overheid, Fokker en het NIVR over het projectvoorbereidend onderzoekswerk voor de nationale vliegtuigindustrie. Doel hiervan was te komen tot een herstart van het Vliegtuig Technologie Programma. De opdrachten van de Koninklijke luchtmacht en de RLD bedroegen respectievelijk f 9,4 miljoen en f 4,8 miljoen. Van Fokker werd in totaal f 8,3 miljoen aan opdrachten ontvangen, samenhangende met de evaluatie van de nieuwe Fokker-vliegtuigen en met ruimtevaartonderzoek. De overige binnenlandse opdrachten bedroegen in totaal f 15,5 miljoen; de belangrijkste opdrachtgevers waren het Ministerie van Defensie, Rijkswaterstaat en het Ministerie van Binnenlandse Zaken.
Buitenlandse opdrachten	De buitenlandse opdrachten bedroegen dit jaar in totaal f 19,2 miljoen. Deze opdrachten hadden onder meer betrekking op mede door EZ gefinancierde ESA-ontwikkelingsprojecten (Hermes, Ariane), op windtunnelonderzoek voor diverse buitenlandse vliegtuigfabrikanten en op onderzoek op het gebied van Air Traffic Control voor Eurocontrol.
Eigen werkzaamheden	De werkzaamheden in eigen beheer omvatten speurwerk (f 18,9 miljoen) en onderzoek op het gebied van de ontwikkeling van de eigen uitrusting (f 14,2 miljoen). Deze werkzaamheden zijn gefinancierd uit het door de overheid ter beschikking gestelde exploitatiesubsidie. De werkzaamheden voor de eigen uitrusting van het laboratorium hadden deels betrekking op de voorgenomen modificatie van de Hoge-Snelheids Tunnel (HST) van het NLR. Op de werkzaamheden in eigen beheer en op de werkzaamheden voor de eigen uitrusting van het laboratorium wordt nader ingegaan in de hoofdstukken 3 en 4.
Investeringsen	Wederom werden belangrijke investeringen gedaan, teneinde het laboratorium in staat te stellen zeer hoogwaardig onderzoek te blijven uitvoeren. Een groot deel van de investeringen betrof de automatisering (uitbreiding NLR-computernetwerk, Ada-software-ontwikkelstation voor data-acquisitiesystemen voor vliegproeven, CAD/CAM-systeem voor het realiseren van windtunnelmodellen etc.). Voorts werd de computer van de Vluchtnabootser vervangen, evenals de Transmissie Elektronen Microscop. De ATC-simulator van het NLR (NARSIM) werd verder uitgebreid, onder meer met een tweede geavanceerd kleurenbeeldscherm.
Personeelszaken	Ook in dit jaar werd meerdere malen overleg gevoerd over de consequenties van de aanwijzing van het NLR onder de WAGGS (Wet Arbeidsvoorwaardenontwikkeling Gepremieerde en Gesubsidieerde Sector). In navolging van de overheid werd een algemene loonronde van 0,7% doorgevoerd en werden extra periodieken aan een aantal salarisschalen toegevoegd.
Nationale en internationale samenwerking	Aan de samenwerking binnen Nederland werd wederom veel aandacht besteed. Naast de intensieve contacten met Fokker en de Netherlands Aerospace Group (NAG), werden de relaties met de onderzoekswereld in Nederland geïntensiveerd. De contacten met het NLRGC werden verstevigd. Met TNO werd overleg gevoerd om tot een nadere taakafbakening van de werkzaamheden op het gebied van het defensieonderzoek te komen. In het voorgaande werd reeds kort ingegaan op de internationale research-samenwerking in AGARD- en GARTEUR-verband. Dankzij de initiatieven van de EG en de IEPG (EUCLID) krijgt multilaterale samenwerking in het kader van opdrachten een nieuwe impuls.

Door de steeds groeiende vraag naar luchtvervoer zal in de komende jaren een toenemende behoefte ontstaan aan technisch-wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de luchtvaart. Dit geldt niet alleen voor de ontwikkeling van nieuwe vliegtuigen, waarvan de efficiëntie en de prestaties nog verder verbeterd kunnen worden. Ook het verlengen van de levensduur van de huidige vloot, de luchtverkeersleidingsproblemen en de milieu-aspecten van het luchtverkeer vragen om wetenschappelijk onderzoek. Verdergaande automatisering bij civiele en militaire vliegtuigoperaties maakt nader onderzoek onontbeerlijk. Het NLR zal op die tendensen inspelen. Voorwaarde daarvoor is wel, dat voldoende vernieuwend speurwerk kan worden verricht en dat het laboratorium beschikt over moderne faciliteiten. De financiële consequenties daarvan vormen onderwerp van intensief overleg met de overheid.

Ook in de komende jaren zal veel ruimtevaartonderzoek worden verricht ten behoeve van de ESA. Voorts zal het laboratorium inspelen op de behoeften aan defensietechnologie en de behoeften van overheid en industrie bij het entameren van nieuwe militaire projecten.

Het bestuur ziet de toekomst van het NLR met vertrouwen tegemoet.

1.3 FINANCIËLE AANGELEGENHEDEN VAN DE STICHTING

In het kader van de algemene beschouwingen over de werkzaamheden in 1989, wordt in het onderstaande in het kort aandacht geschonken aan de financiële aangelegenheden van de Stichting.

In de vergadering van 23 februari 1989 heeft het bestuur de herziene exploitatie- en kapitaalbegroting voor 1989 vastgesteld. Voorts werden in die vergadering de begrotingen voor 1990 en het meerjareninvesteringsplan behandeld.

In zijn vergadering van 13 juli 1989 stelde het bestuur de financiële jaarstukken over 1988 vast.

De omzet in 1989 bedroeg f 105,1 miljoen, waarvan de verdeling in figuur 1 is weergegeven.

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

– speurwerk	f 18,9 miljoen
– onderzoek en ontwikkeling met het oog op de uitrusting van het laboratorium	f 14,2 miljoen
– wetenschappelijke diensten aan derden	f 1,1 miljoen
	f 34,2 miljoen

In 1989 werden voor een bedrag van f 14,5 miljoen investeringsverplichtingen aangegaan. Ultimo 1989 stond nog f 4,2 miljoen aan verplichtingen uit.

In 1989 werd op investeringsverplichtingen uit 1989 en voorgaande jaren een bedrag van f 14,4 miljoen betaald. De aan opdrachtgevers doorberekende rente en afschrijving bedroeg f 3,2 miljoen.

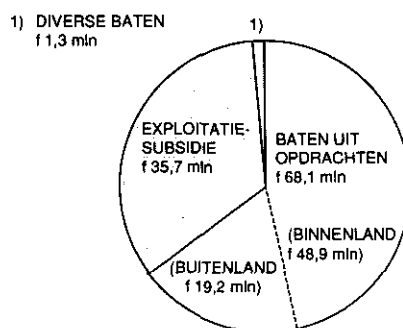


Fig. 1 – De verdeling van de inkomsten over 1989

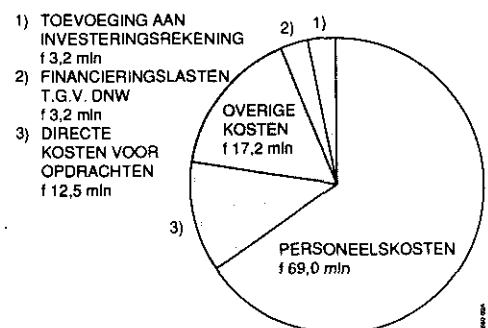


Fig. 2 – De verdeling van de uitgaven over 1989

1.4 ACHTERGRONDEN VAN HET BELEID: ACTIVITEITEN VAN HET NLR OP HET GEBIED VAN DE MILIEUTECHNOLOGIE

Inleiding

Voor de laatste jaren is de publieke belangstelling voor de zorg om het milieu sterk toegenomen. In de discussie daarover wordt vaak ook energiebesparing in beschouwing genomen. Er komt regelgeving tot stand, die speciaal gericht is op de bescherming van het milieu en op de beperking van het energieverbruik. Het spreekt vanzelf dat daaraan ook in het wetenschappelijk onderzoek veel aandacht wordt besteed.

Ook het NLR besteedt al lange tijd aandacht aan die aspecten van de luchtvaart, ten behoeve van de overheid (als regelgever, toezichthouder, verkeersleider en gebruiker van vliegtuigen), civiele vliegtuiggebruikers en de lucht- en ruimtevaartindustrie. Industriële producten hebben immers slechts dan goede verkoopperspectieven indien ze efficiënter zijn dan de voorgaande producten en tevens voldoen aan de huidige en toekomstige regelgeving ter bescherming van het milieu.

Naast de traditionele disciplines biedt de ruimtevaart, met name de aardobservatie, ongekende mogelijkheden op het beleidsvoorbereidende en controlerende vlak voor de overheid.

In het navolgende wordt kort op een aantal NLR-activiteiten in dit werkgebied ingegaan. Opgemerkt wordt, dat naast energiebesparing en de zorg voor het milieu, uiteraard ook andere parameters een belangrijke rol spelen bij het onderzoek (parameters zoals veiligheid, duurzaamheid, passagierscomfort etc.).

Civiele vliegtuigindustrie

Sinds lange tijd is het onderzoek bij het NLR gericht op het verminderen van het brandstofverbruik van vliegtuigen. Dit kan worden gerealiseerd door vermindering van de weerstand, door vermindering van het constructiegewicht en door optimalisering van de vluchtuitvoering.

Door verdergaande optimalisering van het aërodynamisch ontwerp en verbeterde integratie van de voortstuwingsinstallatie daarin kan additionele weerstandsvermindering worden gerealiseerd. Door het toepassen van nieuwe materialen in de constructie en van nieuwe besturingssystemen en geavanceerde avionica zal het gewicht verder kunnen worden gereduceerd.

Aan al deze facetten wordt door het NLR veel aandacht besteed.

Een volgend facet is de geluidsproductie van vliegtuigen. In Nederland worden geen nieuwe vliegtuigmotoren ontwikkeld, en derhalve zijn de activiteiten van het NLR voor de motorenindustrie van bescheiden omvang. Recente voorbeelden zijn het aëro-akoestisch onderzoek aan propfanmotoren voor een aantal motorfabrikanten.

Overigens is het NLR zeer actief waar het de reductie van het geluid van straalvliegtuigen door middel van geluiddemping in de motorgondel betreft. De inlaatkanalen van de motor worden daartoe voorzien van – in samenwerking met anderen ontwikkelde – geluidsabsorberende bekleding. Die technologie wordt onder meer toegepast in de zeer geluidsarme Fokker 100.

Milieu-regelgeving in de luchtvaart

Door het NLR zijn methoden ontwikkeld waarmee de geluidsbelasting van het huidige vliegverkeer kan worden vastgesteld door middel van het zichtbaar maken van geluidscontouren. Voorts kunnen op basis hiervan prognoses worden gegeven van de geluidsbelasting voor toekomstige scenario's.

Daarbij kunnen de consequenties van de variaties in diverse parameters (zoals de intensiteit van het vliegverkeer, de typen vliegtuigen, de vluchtprocedures en de situering van het banenstelsel en van omliggende woongebieden) worden voorspeld. Hiermee kan de overheid beleidsvoornemens op het gebied van luchthaveninfrastructuur, vergunningen voor woningisolatie etc., op de consequenties toetsen. In dat verband levert de NLR een inbreng bij de Milieu Effect Rapportage rondom (toekomstige) vliegvelden.

Deze activiteiten beperken zich overigens niet tot de civiele vliegvelden in Nederland.

Milieu-toezicht in de luchtvaart door de overheid

Een goed voorbeeld van de NLR-activiteiten op dit gebied is het door de RLD en het NLR ontwikkelde FANOMOS-systeem, waarmee de vliegbaan van civiele vliegtuigen wordt bewaakt en waarmee eventuele afwijkingen worden gemeld aan de luchtvaartmaatschappij van de vlieger die zich niet aan de regels houdt. Door deze signalering gaat van FANOMOS een grote preventieve werking uit.

Nadat de goede werking van FANOMOS op Schiphol was aangetoond, is dit systeem ook door andere luchthavens in de wereld aangeschaft.

Milieu-aspecten
van de luchtverkeersleiding

De groei die het civiele luchtverkeer in de komende jaren zal doormaken, zal vanuit de milieuoptiek bezien, een toename van de geluidsbelasting en uitstoot tot gevolg hebben. Het onderzoek bij het NLR is erop gericht deze effecten te minimaliseren.

De introductie van nieuwe navigatiesystemen in het vliegtuig en van nieuwe verkeersleidings-systemen op de grond biedt mogelijkheden tot aanpassing van de aanvliegprocedures, wat kan bijdragen tot vermindering van de lange wachttijden op en rond vliegvelden en daardoor leiden tot beperking van het brandstofverbruik, vermindering van de uitstoot van uitlaatgassen en reductie van de geluidsbelasting.

Het NLR voert op dit gebied zeer veel onderzoek uit in opdracht van de RLD, de KLM en de Lucht-haven Schiphol, en werkt ook voor buitenlandse opdrachtgevers zoals Eurocontrol en de Federal Aviation Administration (FAA) uit de V.S.

Bij dit onderzoek wordt uitvoerig gebruik gemaakt van de Vluchtnabootser en het Metro II-labora-toriumvliegtuig van het NLR om de praktische uitvoerbaarheid van deze procedures na te gaan.

Om te komen tot een integratie van deze nieuwe procedures in de bestaande en toekomstige navi-gatie- en verkeersleidingssystemen wordt bij het NLR een speciale verkeersleidingssimulator opgebouwd (NARSIM), waarmee nieuwe concepten voor verkeersleiding worden ontwikkeld en getoetst.

Militaire luchtvaart

Ook aan de militaire luchtvaart worden eisen gesteld op milieugebied. Een deel van de maat-regelen die voor de bouw en het gebruik van civiele vliegtuigen zijn en worden ontwikkeld, vindt ook toepassing in de militaire luchtvaart. Ook zijn er ontwikkelingen in de militaire sector die een spin-off geven naar de civiele luchtvaart.

Zo wordt ook voor militaire vliegbases, na berekening en meting van de optredende geluidsbelas-ting, door het NLR aangegeven, op welke wijze de vliegers moeten opereren om tot vermindering van de hinder voor de omwonenden te komen.

Aanpassingen aan het vliegtuig zelf, zoals het aanbrengen van geluiddempers, kunnen leiden tot vermindering van het door het vliegtuig geproduceerde geluid.

Een ander belangrijk aspect is het gebruik van simulatoren. Hierdoor kan het aantal vliegreuen worden teruggebracht en kunnen speciale procedures worden geoefend op de grond. Deze aanpak leidt tot een vermindering van de geluidsoverlast die wordt veroorzaakt door militaire vlieg-tuigen.

Het NLR is, in overleg met de KLu en andere betrokken instanties, bezig met het ontwikkelen van een Nationale Simulatie-Faciliteit, op basis van een reeds bij het NLR aanwezig bewegings-mechanisme met zes graden van vrijheid.

In de Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW) wordt op uitgebreide schaal aëro-akoestisch onder-zoek verricht om het geluid dat wordt geproduceerd door de rotor van helikopters te verminderen. Hoewel dit onderzoek betrekking heeft op militaire helikopters, zullen in de toekomst ook civiele helikopters er minder luidruchtig door worden.

Aardobservatie

Het NLR is sinds jaren actief betrokken bij de ontwikkeling van remote-sensingtechnieken voor aardobservatie. Aardobservatie vanuit vliegtuigen en satellieten met verschillende sensoren (zicht-baar licht, infrarood) vormt een belangrijk hulpmiddel bij het voorkomen en bij het oplossen van milieuproblemen.

Hierbij valt te denken aan de detectie van watervervuiling, aan de verificatie van de naleving van overheidsmaatregelen en aan bijdragen voor de planning van de ruimtelijke ordening in Nederland.

Het NLR maakt daarbij gebruik van zijn beide laboratoriumvliegtuigen met bijbehorende scanners en beschikt over een modern computersysteem, RESEDA, voor de verwerking van meetgegevens die verkregen zijn met vliegtuigen en satellieten.

Overige onderwerpen

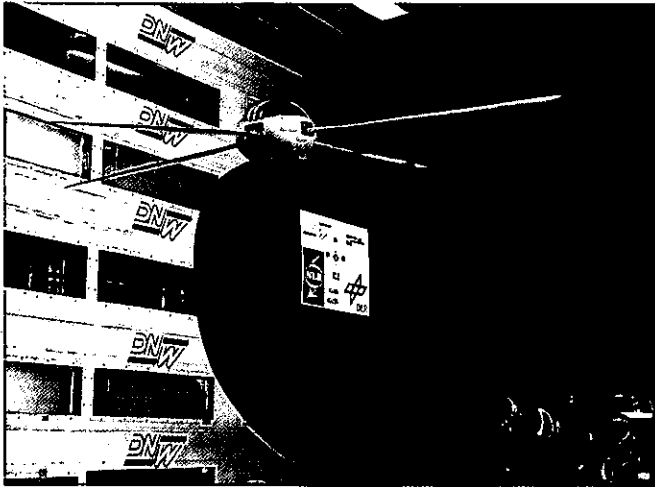
Het NLR levert, op grond van zijn kennis en ervaring die wordt opgedaan bij het luchtvaartonder-zoek, ook bijdragen aan de ontwikkeling van technologieën voor alternatieve en milieuvriendelijke energiebronnen, zoals de windenergie.

Toekomstige activiteiten

In de komende jaren zullen overwegingen op het gebied van milieu en energiebesparing steeds belangrijker parameters worden voor de lucht- en ruimtevaart. Het gaat daarbij om de ontwikkeling van normen waaraan getoetst moet kunnen worden, om de ontwikkeling van nieuwe produkten waarin specifiek de bovengenoemde parameters zijn verdisconteerd, om de ontwikkeling van

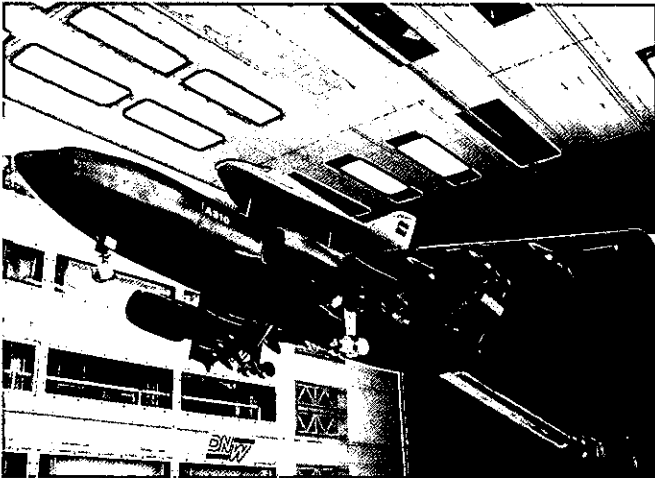
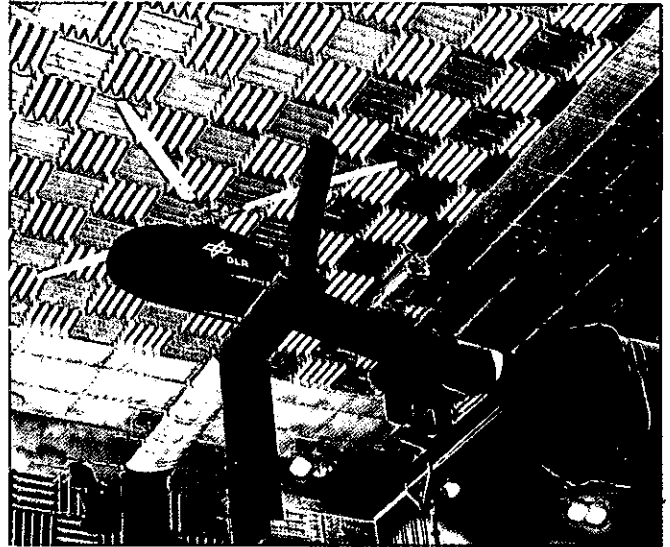
betere vliegprocedures en een beter systeem voor luchtverkeersleiding en om de ontwikkeling van meer geavanceerde toetsingsmethoden en -apparatuur. Bij al die facetten zal het NLR een belangrijke rol spelen. Er zal nog veel onderzoek nodig zijn om het bovenstaande te realiseren.

Mede gezien de beperkte middelen voor eigen speurwerk die het NLR ter beschikking staan in relatie tot de additionele inspanning die het NLR zich op dit gebied zal moeten getroosten, zal worden gezocht naar mogelijkheden voor internationale samenwerking op dit gebied.

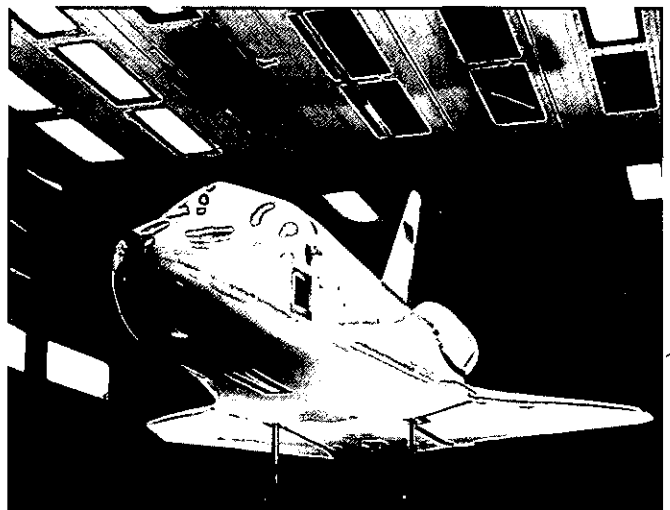


Beproeving in de DNW van de hoofdrotor voor de Joint European Helicopter A129 LAH (een programma waarin CASA, Gruppo Agusta, Westland Helicopters en Fokker samenwerken).

Geluidsproef voor onderzoek naar de interactie tussen hoofdrotor en staartrotor, uitgevoerd voor de DLR.



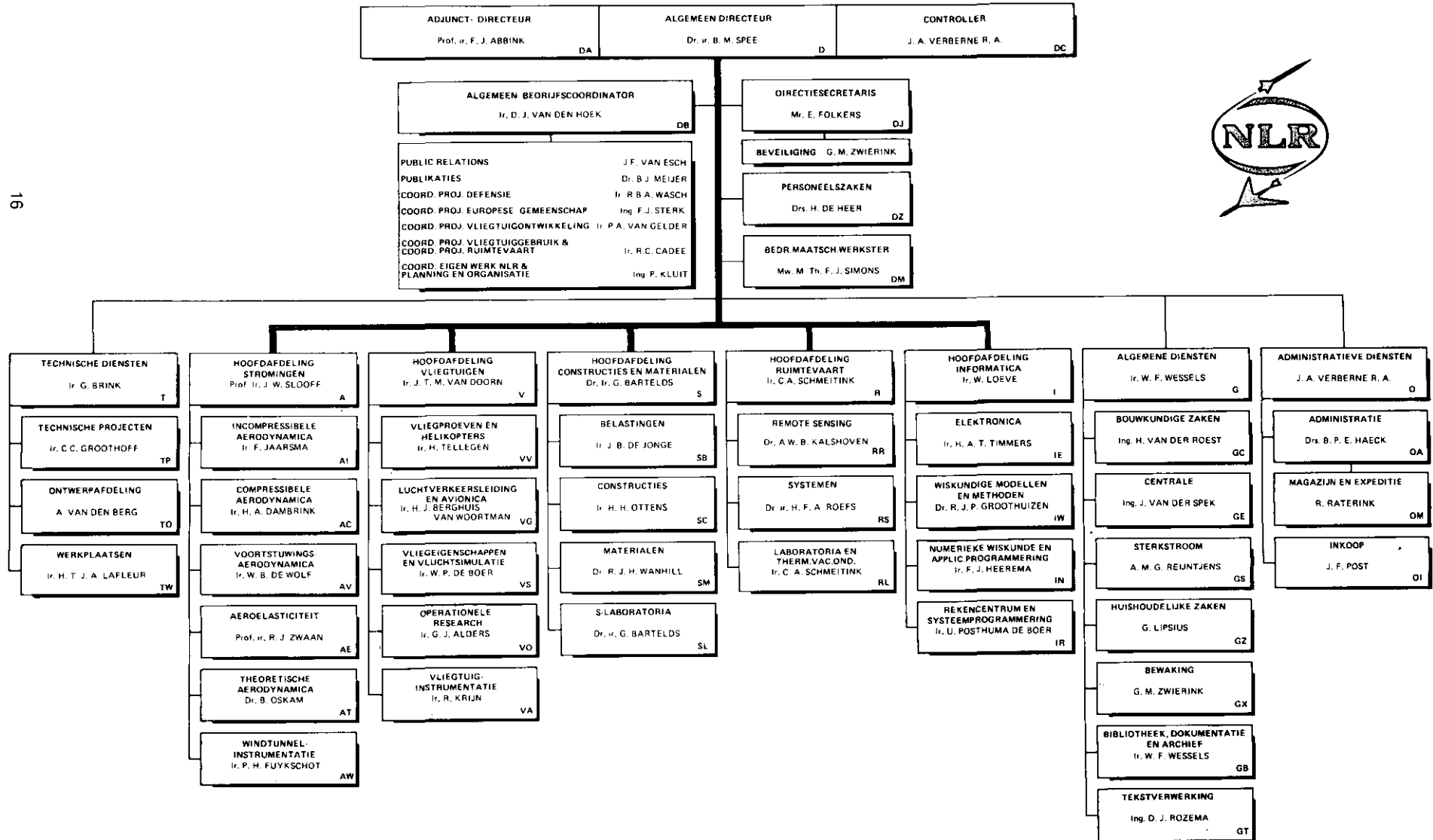
Een model van de A 310 Hermes Carrier Aircraft, op schaal 1 : 9,5.



De FALKE 1, een vrije-vluchtmodel van de Space Shuttle Orbiter op schaal 1 : 5,4.

ORGANISATIESCHEMA VAN HET LABORATORIUM

16



2 ORGANISATIE EN PERSONEEL VAN HET LABORATORIUM

Organisatie

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

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

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

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

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 1989 werd ir. P.A. van Gelder benoemd tot Coördinator Projecten Vliegtuigontwikkeling (CPO). Hij is in deze functie ing. F.J. Sterk opgevolgd, die met ingang van dezelfde datum benoemd werd tot Coördinator Projecten Europese Gemeenschap (CPE).

Per 1 augustus werd dr.ir. G. Bartelds benoemd tot leider van de hoofdafdeling Constructies en Materialen, als opvolger van dr.ir. H.P. van Leeuwen, die met ingang van dezelfde datum gebruik maakte van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT).

De heer Bartelds blijft naast zijn functie van leider van de hoofdafdeling Constructies en Materialen de functie van chef van de afdeling S-laboratoria vervullen.

Met ingang van 1 augustus werd ir. C.C. Groothoff benoemd tot chef van de afdeling Technische Projecten (TP), als opvolger van ir. J.F. Baljeu en ir. G. Brink.

Met ingang van 1 november werd dr. R.J.P. Groothuizen benoemd tot chef van de afdeling Wiskundige Modellen en Methoden. Hij volgde ir. W. Loeve op, die deze functie tot de genoemde datum heeft gecombineerd met die van leider van de hoofdafdeling Informatica.

Uitmo 1989 was het laboratorium georganiseerd volgens het schema op pag. 16.

Pensionering en vervroegde uittreding

In het verslagjaar ging geen van de personeelsleden met pensioen.

Negen personeelsleden maakten gebruik van de regeling voor vervroegde uittreding (VUT):

de heer A.L. Bleekrode (Numerieke Wiskunde en Applicatieprogrammering), ir. J.P.K. Vleghert (Vliegproeven en Helikopteronderzoek), de heer H. Sterenberg (Elektronica), de heer H.A. Fafié (Compressibele Aërodynamica), de heer A. Konkelaar (Windtunnelinstrumentatie), de heer G.J. van Welij (Vliegtuiginstrumentatie), dr.ir. H.P. van Leeuwen (Constructies en Materialen), de heer H. van Slageren (Compressibele Aërodynamica) en de heer J. Beeke (Vliegproeven en Helikopteronderzoek).

Jubilea

Zevenentwintig personeelsleden vierden hun vijftienvintigjarig jubileum.

NLR-PERSONEELSFORMATIE EIND 1989
(tussen haakjes de cijfers van eind 1988)

		Academici en daarmee gelijkgest.	Hogere technici en daarmee gelijkgest.	Overigen	Totaal
DIRECTIE		3 (3)	— (—)	— (—)	3 (3)
– Directiestaf		11 (9)	7 (9)	2 (1)	20 (19)
		14 (12)	7 (9)	2 (1)	23 (22)
HAFD. STROMINGEN		3 (3)	1 (1)	3 (3)	7 (7)
– Incompr. aërodynamica	AI	9 (10)	6 (5)	4 (6)	19 (21)
– Compr. aërodynamica	AC	10 (9)	17 (18)	12 (13)	39 (40)
– Voortstuwingsaërodynamica	AV	7 (5)	3 (3)	4 (4)	14 (12)
– Aëroelasticiteit	AE	8 (9)	2 (2)	1 (1)	11 (12)
– Theoretische aërodynamica	AT	11 (11)	— (—)	— (—)	11 (11)
– Windtunnelinstrumentatie	AW	7 (6)	7 (8)	8 (6)	22 (20)
– DNW	AD	4 (4)	10 (9)	15 (12)	29 (25)
		59 (57)	46 (46)	47 (45)	152 (148)
HAFD. VLIEGTUIGEN		2 (2)	1 (1)	2 (2)	5 (5)
– Vliegproeven en helikopters	VV	14 (15)	7 (6)	1 (2)	22 (23)
– Luchtverkeersleiding en avionica	VG	15 (14)	4 (4)	1 (1)	20 (19)
– Vliegeigensch. en vluchtsimulatie	VS	11 (11)	8 (8)	3 (3)	22 (22)
– Operationele Research	VO	13 (15)	7 (7)	1 (1)	21 (23)
– Vliegtuiginstrumentatie	VA	13 (12)	30 (28)	9 (10)	52 (50)
		68 (69)	57 (54)	17 (19)	142 (142)
HAFD. CONSTR. en MAT.		1 (1)	— (—)	1 (1)	2 (2)
– Belastingen	SB	7 (6)	4 (3)	— (—)	11 (9)
– Constructies	SC	9 (7)	1 (1)	1 (1)	11 (9)
– Materialen	SM	6 (6)	4 (4)	— (—)	10 (10)
– S-Laboratoria	SL	— (3)	4 (6)	15 (15)	19 (24)
		23 (23)	13 (14)	17 (17)	53 (54)
HAFD. RUIMTEVAART		3 (3)	— (—)	1 (1)	4 (4)
– Remote sensing	RR	5 (5)	3 (3)	— (—)	8 (8)
– Systemen	RS	11 (11)	— (—)	— (—)	11 (11)
– Lab. en therm. vac. onderzoek	RL	4 (4)	5 (7)	1 (1)	10 (12)
		23 (23)	8 (10)	2 (2)	33 (35)
HAFD. INFORMATICA		3 (3)	— (—)	1 (3)	4 (6)
– Elektronica	IE	13 (15)	22 (21)	7 (10)	42 (46)
– Wisk. modellen en methoden	IW	11 (11)	— (—)	— (—)	11 (11)
– Num. wisk. en appl. program.	IN	21 (19)	22 (23)	3 (3)	46 (45)
– Rekencentr. en syst. program.	IR	15 (15)	14 (14)	11 (10)	40 (39)
		63 (63)	58 (58)	22 (26)	143 (147)
TECHNISCHE DIENSTEN		1 (1)	— (—)	1 (1)	2 (2)
– Techn. projecten	TP	4 (3)	4 (3)	2 (2)	10 (8)
– Ontwerpfdeling	TO	— (—)	11 (12)	2 (2)	13 (14)
– Werkplaatsen	TW	1 (1)	10 (9)	26 (28)	37 (38)
		6 (5)	25 (24)	31 (33)	62 (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	— (—)	2 (2)	8 (8)	10 (10)
– Huishoudelijke zaken	GZ	— (—)	1 (1)	31 (31)	32 (32)
– Bewaking	GX	— (—)	— (—)	7 (7)	7 (7)
– Bibl., documentatie, archief	GB	2 (2)	2 (2)	7 (7)	11 (11)
– Tekstverwerking	GT	— (—)	4 (3)	28 (29)	32 (32)
		3 (3)	15 (14)	91 (92)	109 (109)
ADMINISTRATIEVE DIENSTEN		— (—)	— (—)	— (—)	— (—)
– Administratie	OA	1 (1)	16 (16)	15 (12)	32 (29)
– Magazijn en expeditie	OM	— (—)	1 (1)	4 (4)	5 (5)
– Inkoop	OI	— (—)	5 (4)	1 (2)	6 (6)
		1 (1)	22 (21)	20 (18)	43 (40)
TOTAAL GENERAAL		260 (256)	251 (250)	249 (253)	760 (759)

Assistentie wetenschappelijk onderwijs

Vier medewerkers van het NLR waren voor een gedeelte van de werktijd als hoogleraar verbonden aan de Technische Universiteit Delft. Dit waren: prof.ir. F.J. Abbink, prof.ir. J.W. Slooff, prof.dr. A.E.P. Veldman en prof.ir. R.J. Zwaan.
De NLR-medewerker ir. H.J. Berghuis van Woortman verzorgde een aantal gastcolleges aan dezelfde Universiteit.

Personeelsbestand

De personeelsformatie per ultimo 1989 wordt weergegeven in de tabel op pag. 18, en de spreiding van het personeel over de beide NLR-vestigingen in onderstaande tabel.

Personeelsspreiding over de beide NLR-vestigingen op 31 december 1989
(tussen haakjes de cijfers op 31 december 1988)

Personeelscategorie	Amsterdam	Noordoostpolder	Totaal
Academici en daarmee gelijkgestelden	157 (156)	103 (100)	260 (256)
Hogere technici en daarmee gelijkgestelden	133 (134)	118 (116)	251 (250)
Overigen	131 (135)	118 (118)	249 (253)
Totaal	421 (425)	339 (334)	760 (759)

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	<i>voorzitter</i>
J.A. Verberne r.a.	<i>vice-voorzitter</i>
Ing. J.H.A. te Boekhorst	<i>secretaris</i>
Ir. L.J.M. Joosten	<i>penningmeester</i>
Ing. A. Nederveen	<i>lid</i>

Ondernemingsraad

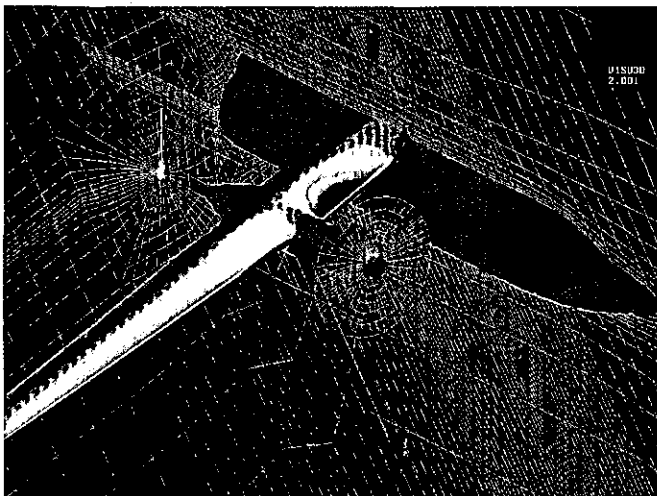
Aan het einde van het verslagjaar bestond de Ondernemingsraad uit: drs. H.W.G. de Jonge (*voorzitter*), ing. P.J. Sevenhuijsen (*vice-voorzitter*), ir. A.L.C. van Dorp (*secretaris/penningmeester*), mevrouw C. Euwen-van Veen, mevrouw J.M. de Jongh, de heer H. Keppel, de heer W. Kollen, de heer P. Koster, 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. O.B.M. Pietersen (*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 ir. J.M.J.W. Jacobs.

Activiteiten PF, OR en PV

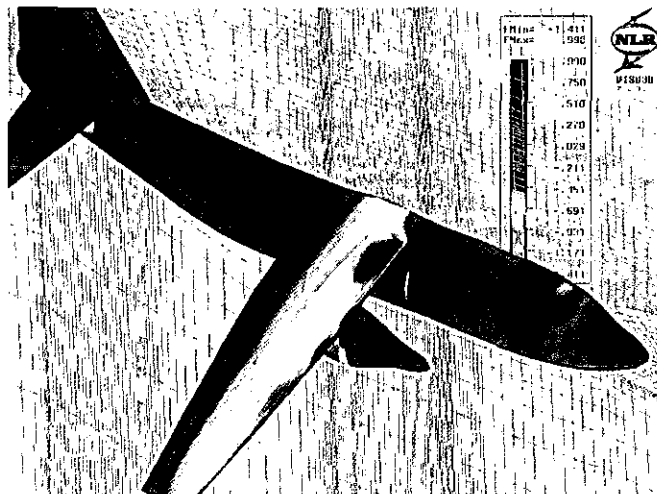
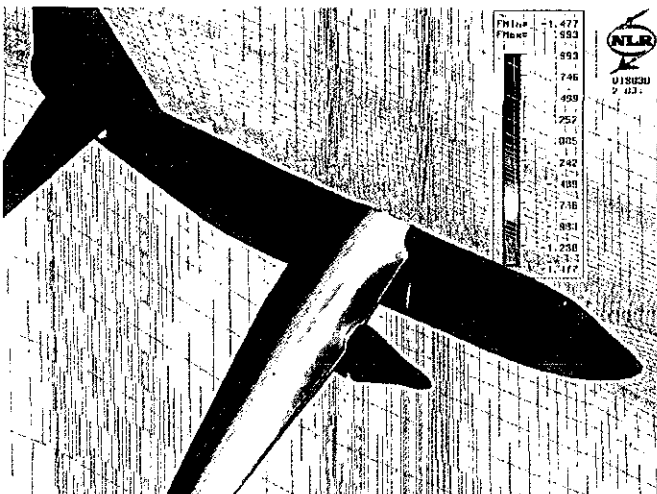
Over de activiteiten van de Stichting Pensioenfonds (PF), de Ondernemingsraad (OR) en de Personeelsvereniging (PV) wordt verslag gedaan in het Sociaal Jaarverslag van het NLR.



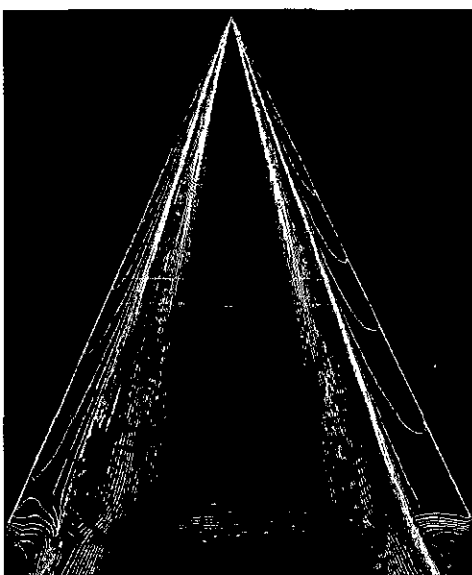
Drukverdeling berekend met behulp van de Euler-vergelijkingen voor de stroming rond een propeller/motorgondel/vleugel/romp-configuratie.



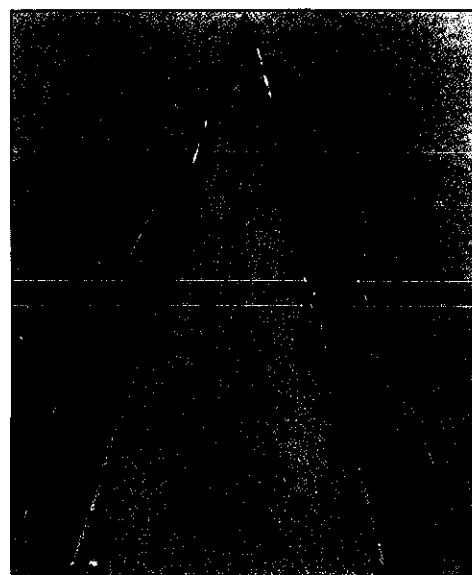
Detail van de links afgebeelde berekende drukverdeling.



Euler-berekening voor configuratie met staartvlak, zonder (links) en met (rechts) propellerwerking.



Isobarenpatroon van Euler-berekeningen voor een delta-vleugel, met een rooster met 150.000 (linkerheft) en 1.200.000 (rechterheft) volume-elementen.



Karakteristieke oppervlactestroming aan de bovenzijde van een model van een deltavleugel in de HST.

3 OVERZICHT VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

3.1 STROMINGEN

Onderzoek en ontwikkeling op
het gebied van theoretische en
numerieke methoden
Euler-vergelijkingen

Voor het toegepast aërodynamisch onderzoek naar nieuwe configuraties met geavanceerde schroefvoortstuwing ("propfans") is reeds een aantal jaren gewerkt aan de ontwikkeling van een numeriek simulatiesysteem dat geschikt is voor industriële toepassing. Met dit numerieke simulatiesysteem wordt het mogelijk vormen te ontwerpen die bij benadering voldoen aan voorgescreven aërodynamische eigenschappen (bijvoorbeeld ten aanzien van de interferentie van de slipstroom met de vleugelstroming). In dit verband betekent "bij benadering" dat het theoretische model van de stroming niet volledig is; de stroming om de configuratie wordt verondersteld stationair te zijn (de propeller wordt vervangen door een trekkende schijf) en het effect van de viscositeit van de lucht en de turbulentie van de stroming worden geacht verwaarloosbaar klein te zijn (zoals geïmpliceerd in de Euler-vergelijkingen voor stationaire, niet-viskeuze stromingen). In samenwerking met vliegtuigfabrikanten worden testberekeningen uitgevoerd voor de stroming om complete vliegtuigconfiguraties inclusief de werking van propellers. De benodigde rekentijd op de NEC SX-2 supercomputer voor het uitvoeren van één berekening van een complete vliegtuigconfiguratie met een fijn rooster van 1,8 miljoen netpunten is 12 uur.

Alvorens dit numerieke simulatiesysteem door de vliegtuigindustrie kan worden ingezet bij het ontwerpen van nieuwe configuraties met geavanceerde schroefvoortstuwing, dient de trefzekerheid van de numerieke simulatie getoetst te worden met behulp van experimentele gegevens. Hiertoe heeft Fokker specifieke vliegproeven uitgevoerd met een Fokker 50-testvliegtuig.

De ontwikkelingswerkzaamheden voor dit numerieke simulatiesysteem voor Euler-stromingen hadden tot doel:

- verbetering van de roostergeneratie (minder arbeidsintensief);
- verhoging van de numerieke nauwkeurigheid;
- vermindering van de benodigde rekentijd, door beter aan te sluiten bij de mogelijkheden van vectorisatie.

In het kader van de IEPG (internationaal samenwerkingsverband op het gebied van defensie-onderzoek) werd onderzocht in hoeverre numerieke stromingssimulatie toepasbaar is bij het ontwerpen van jachtvliegtuigen. Numerieke stromingssimulatie van de stroming om scherprandige delta-vleugels werd uitgevoerd met het systeem dat is gebaseerd op de Euler-vergelijkingen. Hieruit bleek dat zowel stromingen die sterke wervels bevatten door wervelvorming bij voorrandslating als stromingen met schokgolven en sterke wervels berekend kunnen worden. Bovendien bleek dat de fijnheid van het rooster van volume-elementen waarop de Euler-vergelijkingen worden gediscretiseerd een belangrijke invloed heeft op de numerieke nauwkeurigheid van de stromingssimulatie. Samenhangend met deze toegepaste theoretische aërodynamica van delta-vleugels werd experimenteel onderzoek in de HST uitgevoerd. Bij dit windtunnelonderzoek werden oppervlaktedrukverdelingen gemeten, "schlieren"-opnamen op videoband vastgelegd en karakteristieke oppervlaktestromingen gefotografeerd.

Potentiaalvergelijking

De volledige-potentiaalvergelijking wordt toegepast in 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. Speciaal werd aandacht besteed aan de bepaling van de golfweerstand en de geïnduceerde weerstand van vleugel/romp-configuraties bij transsone snelheden. Met het MATRICS-computerprogramma werden uitgebreide numerieke-validatieberekeningen uitgevoerd met doel inzicht te verkrijgen in de nauwkeurigheid waarmee de verschillende weerstandscomponenten (geïnduceerde en golfweerstand) kunnen worden bepaald. Uit onderzoek blijkt dat extrapolatie van rekenresultaten voor roosters met beperkte fijnheid naar rekenresultaten voor een rooster "met

maaswijdte nul" noodzakelijk is om de weerstandscoefficienten tot op één tienduizendste (één count) te kunnen bepalen.

Grondige evaluatie van de door FFA (Zweden) ontwikkelde netwerkgenerator MATGRID, voor vleugel/romp-configuraties, heeft tot een aantal verbeteringen geleid.

De gelineariseerde potentiaalvergelijking vormt het basismodel voor de panelenmethode. Het in overleg met Fokker opgestelde ontwikkelingsplan voor de panelenmethode voorziet dat deze methode toegepast zal blijven worden tijdens de ontwerpfase van een volgend vliegtuig. In voorgaande jaren zijn verschillende versies van deze nieuwe panelenmethode aan Fokker overgedragen. De laatste versie bevat een uitbreiding van de wiskundige representatie van slipstromen en uitlaatstromen binnen het vereenvoudigde model van de gelineariseerde potentiaalvergelijking. Toepassingen zijn bijvoorbeeld op de berekening van het effect van een propellerslipstroom op de draagkrachtverdeling in spanwijdterichting.

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. Ten behoeve van het profielontwerp is numerieke optimalisatie van de voor te schrijven drukverdeling toegepast. Ten behoeve van het vleugelontwerp zijn enige testberekeningen uitgevoerd.

Navier-Stokes en grenslaagvergelijkingen

Voor het in rekening brengen van de viscositeit en warmtegeleiding van de lucht, en de turbulentie van de stroming is 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.

Bij rekenmethoden gebaseerd op Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen kan onderscheid worden gemaakt tussen de verwijderbare fouten en de niet-verwijderbare fouten. Alleen fouten tengevolge van de beperkte geldigheid van turbulentiemodellen zijn in principe niet verwijderbaar. In GARTEUR-verband (AD (AG11)) is een programma opgesteld om een aantal referentieoplossingen van de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen te genereren; naar verwachting zullen deze referentieoplossingen van turbulente profielstromingen vrij zijn van verwijderbare fouten. Langs deze weg wordt getracht kennis te verwerven omtrent het geldigheidsbereik van bijvoorbeeld het Baldwin-Lomax-turbulentiemodel. Dit onderzoek houdt tevens verband met het ISNaS-project voor het ontwikkelen van Navier-Stokes-methoden.

Bij het vleugelontwerp wordt door de industrie op grote schaal gebruik gemaakt van stromingsberekeningen op basis van de volledige-potentiaalvergelijking. Om de trefzekerheid van dit proces verder te vergroten werd begonnen met de uitbreiding van het MATRICS-computerprogramma met een berekeningsmethode voor driedimensionale, turbulente grenslagen en zoggen.

De ontwikkeling van het programmasysteem VISTRAFS voor het berekenen van transsone, tweedimensionale profielstromingen op basis van een koppeling tussen de volledige potentiaalvergelijking en de grenslaagvergelijkingen werd voortgezet. Het mathematische model van deze gekoppelde berekeningsmethode werd uitgebreid met de invloed van stroomlijnkromming, die vooral van belang is in het nabije zog van zogenaamde "rear loaded"-profielontwerpen. Dit effect wordt gerepresenteerd door een druksprong over de zogsnode in de potentiaalstroming. Testgevallen vertonen het verwachte effect, namelijk een verlaging van de lift ten opzichte van de lift die berekend wordt zonder stroomlijnkromming in rekening te brengen.

Het computerprogramma BOLA voor het berekenen van driedimensionale laminaire en turbulente grenslagen werd op diverse punten aangepast aan de laatste ontwikkelingen van de computer en aan nieuwe eisen van de industrie. Deze eisen zijn naar voren gekomen bij industriële toepassingen van de rekenmethode, bijvoorbeeld bij het aërodynamisch ontwerp van een betere vleugel/romp-fairing.

Modellen van reële gassen

Voor de berekening van hypersonen stromingen werd onderzoek verricht naar de wiskundige formulering van lucht in thermodynamisch niet-evenwicht, waarbij chemische processen een rol spelen. Testberekeningen op basis van de tweedimensionale Euler-vergelijkingen met thermodynamisch niet-evenwicht laten zien dat de niet-evenwichtprocessen een belangrijke rol spelen in de stroming rond modellen die in hypersonen windtunnels worden onderzocht.

Stromingsvisualisatie

Voor de visualisatie van de resultaten van stromingsberekeningen is een specifiek stromingsvisualisatieprogramma in ontwikkeling. Dit zogenaamde VISU3D-programma maakt gebruik van de grafische mogelijkheden van een IRIS 3130 (Silicon Graphics) werkstation. Hiermee kunnen de resultaten van tweedimensionale en driedimensionale berekeningen worden geanalyseerd door bijvoorbeeld de drukverdeling op het oppervlak van de aërodynamische configuratie te representeren door de kleur van het oppervlak. Snelle rotatie en uitvergroting van dergelijke kleurenrepresentaties geven een gedetailleerde weergave van de drukverdeling.

Turbulentie

Teneinde de kennis op het gebied van turbulentiemodellen te vergroten werden de volgende detailmetingen in verschillende typen complexe stromingen uitgevoerd of werden voorbereidingen voor de uitvoering ervan getroffen:

- een driedimensionaal grenslaagexperiment dat gedetailleerde metingen omvat van de gemiddelde snelheden en de turbulentiegrootheden in de driedimensionale grenslaag op de boven- en onderzijde van een pijlveugel en in het nabije zog. Het windtunnelmodel voor de metingen in de LST kwam gereed, en een eerste serie metingen werd verricht. De grenslaagstroming bleek het verwachte, sterk driedimensionale karakter te hebben, zowel op de bovenzijde als op de onderzijde van de vleugel. Dit betreft een Europees onderzoek dat in GARTEUR-verband (AD (AG07)) wordt uitgevoerd.
- experimenteel onderzoek in de stroming nabij een profielachterrand.
Het onderzoek moet leiden tot verbetering van methoden voor het berekenen van viskeuze profielstromingen. Op grond van de analyse van de eerder verkregen meetresultaten zijn extra laser-doppler snelheidsmetingen bij de TU-Delft uitgevoerd.
- turbulentie metingen in een zog achter een vleugel boven de staartklep.
Uit de meetresultaten bleek dat bij deze condities sprake is van een complex gedrag van de turbulentie, waarbij ook de kromming van het zog en turbulentie-geheugeneffecten een rol spelen. De resultaten zijn van belang voor de ontwikkeling van betrouwbare methoden voor de berekening van de stroming om vleugels uitgerust met draagkrachtverhogende middelen.

Toegepast aërodynamisch onderzoek Draagkrachtverhogende middelen

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, werd voltooid. Dit onderzoek maakt deel uit van een GARTEUR-programma (van AD (AG08)) 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.

Natuurlijke laminaire stroming

Het onderzoek naar profielen met natuurlijke laminaire stroming stond vooral in het teken van het onderzoek naar de vermindering van de zeer gunstige weerstandseigenschappen als gevolg van oppervlaktestoringen (zoals restanten van insecten). Het onderzoek aan vliegtuigen op het platform van Schiphol naar de in de praktijk optredende oppervlaktestoringen op vleugelneuzen werd afgerond. Het blijkt dat, ten gevolge van verstoringen door insecten, gemiddeld over een jaar, slechts 60% van de door laminaire stroming mogelijke weerstandsverbetering daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Daarnaast werd in de HST aan het bestaande tweedimensionale laminaire profiel nader onderzoek uitgevoerd naar de effecten van verstoringen in het neusgebied, in aanvulling op het meer fundamentele ruwheidsonderzoek dat eerder in de Modeltunnel werd verricht. De resultaten van deze HST-metingen worden geanalyseerd.

Voortstuwingsaërodynamica

Op het gebied van propellervoortstuwings werd voornamelijk experimenteel onderzoek in opdracht uitgevoerd. Vermeldenswaard is de bepaling van de trekkracht van modelpropellers in de LST ten behoeve van onderzoek in de DNW aan een model van het Do 328-vliegtuig van Dornier. Eveneens in de LST werd onderzoek verricht aan straalomkeerder-configuraties voor een turbomotor, in opdracht van Hurel-Dubois.

Op theoretisch gebied werd samen met ONERA, DLR, ARA en Dornier deelgenomen aan de GARTEUR Action Group AD (AG10) "Flow computations for advanced propellers". Daarbij werden door het NLR berekeningen aan conventionele propellers uitgevoerd, en de resultaten daarvan samen met die van de andere deelnemers gebundeld en gepresenteerd.

Helikopterrotoren

Op het gebied van theoretisch onderzoek aan helikopterrotoren werd de deelname van het NLR aan onderzoek in het kader van het BRITE/EURAM-programma van de EG voorbereid.

Aëro-akoestiek

In de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) werd onderzoek uitgevoerd naar het geluidsveld nabij een propeller en naar de invloed van de aanwezigheid van een romp daarop. De resultaten zullen worden gebruikt voor de validatie van een rekenmodel voor geluidsdiffractie.

Op het gebied van akoestische bekleding van motorinlaten werden metingen in opdracht uitgevoerd voor het bepalen van de eigenschappen van de poreuze toplaag van de bekleding ("liners").

Begonnen werd met voorbereidingen voor geluidsmetingen in de motorinlaat van het Fokker 100-vliegtuig in de vlucht om de structuur van de geluidsgolven vast te stellen.

Aëro-elasticiteit

De ontwikkeling van het rekenprogramma CAR voor het berekenen van luchtkrachten op trillende dragende en niet-dragende lichamen in samendrukbare niet-viskeuze stroming werd afgerond, evenals de verificatie voor romp/vleugel/vleugellast-combinaties in subsone en supersone stromingen.

Een begin werd gemaakt met de ontwikkeling van een "pilot code" voor de gelijktijdige simulatie van de transsone stroming om en de vervormingen van een elastisch vliegtuig. De stroming wordt hierin gemodelleerd volgens de volledige-potentiaalvergelijking. Aandacht werd vooral gegeven aan de ontwikkeling van een netwerkgenerator en een oplossingsalgoritme.

De ontwikkeling werd afgesloten van programma's voor de berekening van instationaire luchtkrachten op trillende dikke profielen in transsone stroming, voor de berekening van grenslagen op instationaire luchtkrachten en voor de analyse van fluttersignalen tijdens vluchtmetingen.

De voorbereidingen van een onderzoek in de HST van de stroming om een in trilling gebracht half-model van een vleugel met "strakes" werden voortgezet. Dit onderzoek beoogt de effecten van stromingsloslating bij de vleugelvoorzanden en vleugeltippen op de luchtkrachten na te gaan, die bij gevechtsvliegtuigen kunnen leiden tot onaanvaardbaar hinderlijke trillingen. De fabricage van het gecompliceerde model kwam grotendeels gereed.

Begonnen werd met de ontwikkeling van een methode om de bovengenoemde trillingen te berekenen. In afwachting van de instationaire windtunnelresultaten wordt daarbij gebruik gemaakt van de beschikbare stationaire gegevens.

Ervaring werd opgedaan met een semi-empirische methode waarmee luchtkrachten op trillende rotorbladen kunnen worden gemodelleerd, uitgaande van gemeten aërodynamische gegevens voor trillende profielen.

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 SWIM (Subsoon Wandinvloed Model)-project werd uitgebreid met de ontwikkeling en experimentele evaluatie van een benaderende "sparse data" wanddrukkenmethoden voor toepassing in meetplaatsen met spleetwanden (zoals bij de DNW en de HST).

Voor onderzoek in het transsone snelheidsgebied is het Transsone Wandinvloed Generator (TWIG)-model gebouwd. Dit TWIG-model is voorzien van een schematische vleugel met "strake", de afmetingen zijn afgestemd op de PHST. Teneinde het voorgenomen meetprogramma te kunnen uitvoeren werd een modelondersteuning voor de PHST ontworpen en aangemaakt. Het onderzoek zal vooral gericht zijn op de optimalisatie van de spleetbreedte in de voorziene gemoderniseerde HST. Tenslotte wordt er naar gestreefd dit onderzoek, eventueel met enige uitbreiding, onder te brengen in een internationaal samenwerkingsprogramma (GARTEUR).

Staakinvloed

In samenwerking met MBB-Bremen werd het onderzoek naar een methode voor het bepalen van de invloed van de modelondersteuning voortgezet. Door een speciale opzet van de proef kon een scheiding worden gemaakt tussen het zogenaamde veld van twee verschillende modelondersteuning. De experimentele resultaten zijn met de theorie vergeleken. Het blijkt dat invalshoek-afhankelijke effecten redelijk betrouwbaar gecorrigeerd kunnen worden, maar dat enige onzekerheid blijft bestaan in het vaststellen van het weerstandsniveau.

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.

3.2 Vliegtoelagen

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.

Fokker 50

Naast diverse kleine beproevingen, zoals met gesimuleerd ijs op vleugels en staartvlakken, evaluatie van een regelsysteem voor de naderingssnelheid, metingen aan een gemodificeerde motorinlaatflens in verband met ontijzing van de motorinlaat, vonden ook grotere vliegproevenprogramma's plaats, zoals een bungee-evaluatieprogramma, de certificatie voor het Britse Civil Aviation Agency en een programma voor de evaluatie en certificatie van een "general aviation" navigatiesysteem. Het omvangrijkste programma behelsde een onderzoek naar mogelijke aërodynamische verbeteringen van de Fokker 50, waaraan 16 meetvluchten werden gewijd. Dit programma werd gevolgd door een onderzoek naar de drukverdeling over vleugels, kleppen, motorgondels en staartvlakken, en optredende belastingen. Voor de twee laatstgenoemde programma-onderdelen waren uitgebreide extra instrumentatievoorzieningen nodig, onder andere voor het meten van circa 500 drukken.

Een NLR-team verzorgde tijdens bovengenoemde vliegproeven het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie aan boord van de vliegtuigen. Door het NLR werd gewerkt aan kalibraties, onderhoud van hardware en software, ontwerp en aanmaak van kleinere, tijdelijk benodigde meetsystemen, wijziging van bestaande meetsystemen en aan verwerking van de meetgegevens. De administratie en documentatie van de meetsystemen werd verzorgd. Alle elementen van het Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem (MRVS) hebben goed gefunctioneerd.

Voor onderzoek naar ijsafzetting in de motorinlaat werd in een inlaat van een Fokker 50-vliegtuig van een luchtvaartmaatschappij een videocamera gemonteerd, en werden tijdens lijnvluchten registraties gemaakt onder ijscondities.

De twee door het NLR ontwikkelde Production Test Flight meetsystemen (PTF) werden veelvuldig ingezet bij de eindtest van de Fokker 50-serievliegtuigen. Ook werd een PTF-systeem ingezet bij een onderzoek aan de trillingsdempers van de motorophanging. Een van deze PTF-meetsystemen is voorzien van een zogenaamde "Data Processing Module" (DPM), een microcomputer waarmee tijdens de vlucht meetgegevens in "engineering units" kunnen worden gepresenteerd en geregistreerd. Hierdoor zijn de meetgegevens tijdens de vlucht en onmiddellijk na de vlucht beschikbaar. Met dit meetsysteem werden de eerste operationele ervaringen opgedaan. Met de aanmaak van een tweede DPM werden goede vorderingen gemaakt.

Fokker 100

Van de kleinere vliegproevenprogramma's met de Fokker 100 waaraan het NLR zijn medewerking verleende, kunnen worden genoemd de beproevingen van diverse boordsysteemdelen en het windschering-onderzoek.

De grotere programmadelen behelsden de beproeving van een nieuwe software-versie van het Automatic Flight Control and Augmentation System (AFCAS V12), een boordsysteeminstallatie met een drietal Inertial Reference Systems (3xIRS), het Flight Management System (FMS), het Electronic Flight Instrument System (EFIS), het Aircraft Communication and Reporting System (ACARS), het Proximity Switching System (PSS) en een onderzoek naar het trillingsgedrag van het onderstel. Door het NLR geplaatste "high speed" camera's leverden bij dit laatste programma-onderdeel waardevolle informatie op.

In Orange County, Californië, werden ten behoeve van de plaatselijke autoriteiten geluidsmetingen uitgevoerd, waarbij het NLR de "real-time" bepaling van het vliegpada verzorgde. Hiertoe werd het vliegtuig voorzien van een speciale computer met aangepaste software voor de benodigde berekeningen die gebaseerd waren op meetgegevens van een "stripped" traagheidsnavigatiesysteem.

In het kader van het "Reduced Exterior Noise"-programma werd een geluidmeetcampagne uitgevoerd in Granada (Spanje) en werden voorbereidingen getroffen voor het meten van geluidspatronen in een motorinlaat van een Fokker 100. Deze metingen zullen in het voorjaar van 1990 plaatsvinden. In een speciaal door de Amerikaanse vliegtuigfabrikant Grumman vervaardigd motorinlaatkanaal zal door het NLR, in nauwe samenwerking met Fokker, een honderdtal microfoons en drukopneempunten worden aangebracht. De microfoonsignalen zullen met een zeer snel digitaal acquisitiesysteem worden gemeten en geregistreerd. Met de realisering van dit systeem werden goede vorderingen gemaakt.

Bij de vliegproeven met de Fokker 100 verzorgde een NLR-team het NLR-gedeelte van de MRVS-instrumentatie. Evenals bij de proeven met de Fokker 50 hebben alle elementen van het MRVS goed gefunctioneerd.

Bij het Data Verwerkingsstation Vliegproeven (DVSF) werd in de eerste helft van het jaar nog in tweeploegendienst gewerkt. In totaal werden voor de vliegproeven van Fokker ruim 1100 verwerkingsopdrachten door het DVSF uitgevoerd.

De aanmaak van een tweede PTF-meetsysteem voor de Fokker 100 vliegtuigen werd voltooid en dit systeem werd, naast het eerste, ingezet bij de testvluchten met de serievliegtuigen. Diverse verbeteringen werden in de PTF-systemen doorgevoerd. Een van de systemen werd voorzien van een "Data Processing Module" (DPM). Met de aanmaak van een tweede DPM werden goede vorderingen gemaakt.

Ondersteuning bij
militaire vliegproeven

Het NLR assisteerde de Koninklijke luchtmacht bij vliegtuigbeproevingsprogramma's, bij de evaluatie van de gebruiksmogelijkheden van nieuwe avionicasystemen, en bij de certificatie van nieuwe uitrustingsstukken.

Het NLR assisteerde de Belgische vliegtuigfabriek SABCA bij een certificatieprogramma voor de F-16 van een door MATRA ontwikkeld nieuw wapensysteem. Hiertoe werd een F-16 uitgerust met een meetsysteem en werd een door het NLR verzorgde telemetrieverbinding ingezet bij vliegproeven ter bepaling van het fluttergedrag.

Ondersteuning bij certificatie

NLR-medewerkers ondersteunden de Rijksluchtvaartdienst bij certificatiwerkzaamheden voor de Fokker 50, de Fokker 100 en de Boeing 747-400. Tevens werd bijgedragen aan het overleg over aanpassing van de certificatie-eisen op het gebied van de "accelerate-stop distances".

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

De deelname aan de GARTEUR Flight Mechanics Action Group "Aircraft Mathematical Modelling from Flight Test Data" (FM (AG02)) werd voortgezet. De technieken voor parameteridentificatie van de verschillende deelnemende instituten leverden overeenstemmende resultaten op voor zowel het symmetrische als het asymmetrische model van een middelgroot tweemotorig straalverkeersvliegtuig.

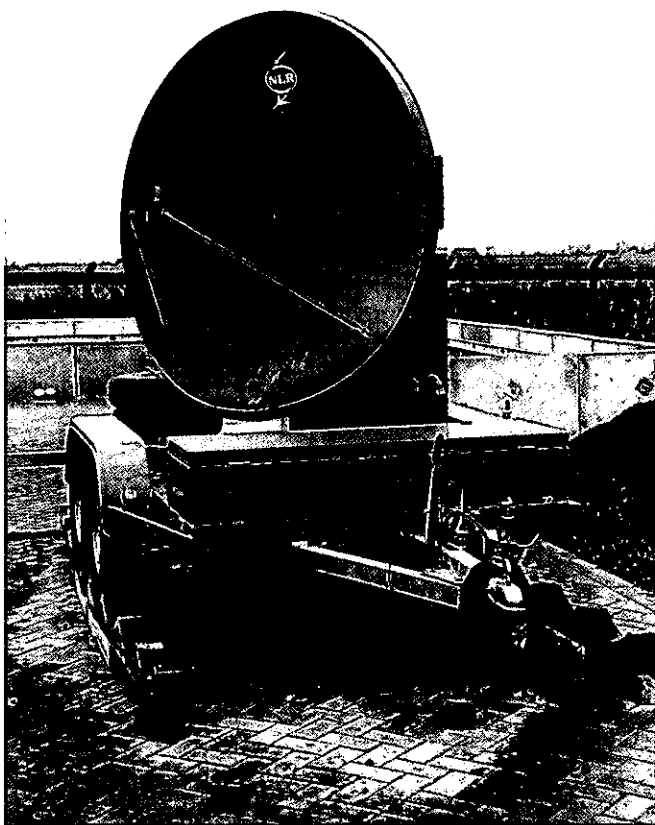
In het kader van de AGARD-Werkgroep 18 "Rotorcraft System Identification" werden de gegevens van drie verschillende helikopters (Puma, AH-64 en BO-105) geanalyseerd en uitgewerkt ter bepaling van de modelcoëfficiënten van een tevoren vastgesteld model. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de identificatieprogramma's die zijn ontwikkeld voor de Niet-Stationaire Meetmethode. In een tweetal werkgroepvergaderingen werden de resultaten besproken en werden afspraken gemaakt over vorm en inhoud van het eindrapport.

Verwerking van de
resultaten van vliegproeven

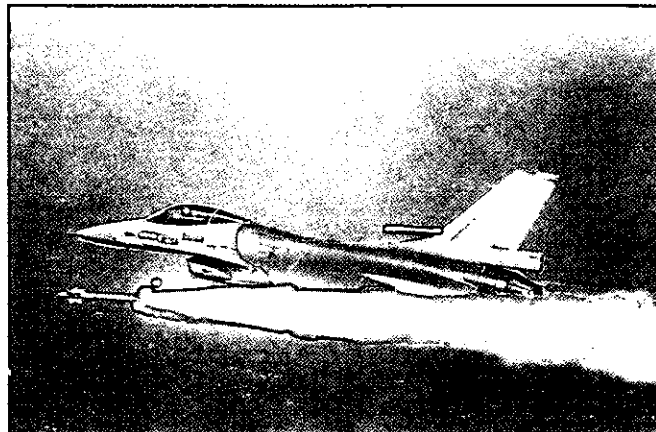
In samenwerking met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU-Delft is verder gewerkt aan de bepaling van het aërodynamisch model van het Metro II-laboratoriumvliegtuig. Hierbij werd gebruik gemaakt van gegevens uit dynamische vliegproeven, die in november 1988 zijn uitgevoerd. De analyse en de modellering van de optredende stuurkrachten werden afgerond. Voorts werd aandacht besteed aan de modellering van de drukverdeling achter de schroef. Voor dit doel is een uitgebreid meetprogramma in voorbereiding.

In samenwerking met Fokker werd de analyse afgerond van eerder gemeten drukverdelingen over de vleugel van een Fokker 100. Bij de verschillen die ten opzichte van de windtunnelresultaten werden geconstateerd blijkt de doorbuiging van de vleugel een grote rol spelen. Uit een verdere vergelijking met windtunnelresultaten blijkt dat de verschillen in lokale liftcoëfficiënt het gevolg zijn van het Reynolds-effect.

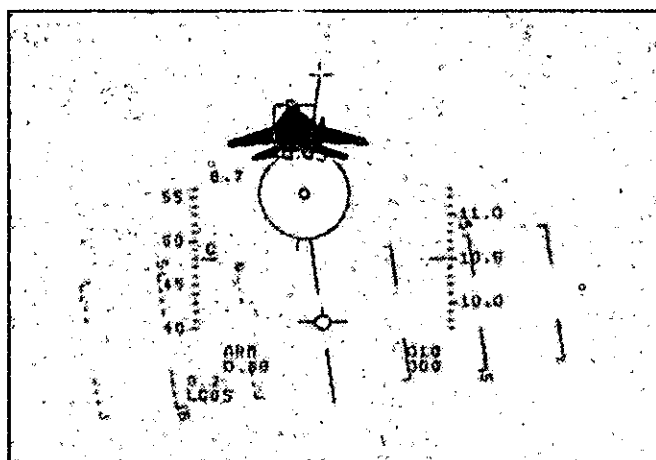
Beechcraft Queen Air 80	Het Queen Air-laboratoriumvliegtuig werd ingericht voor het gebruik van de CAESAR-scanner, waarna een serie meetvluchten werd uitgevoerd. Met de Queen Air werden de jaarlijkse vliegproeven uitgevoerd ten behoeve van het tweedejaars-practicum voor studenten van de TU-Delft.
Fairchild Metro II	Met het Metro II-laboratoriumvliegtuig werden vier series proeven uitgevoerd voor het gebruik van Navstar/GPS, onder andere ten behoeve van het gebruik tijdens naderingsvluchten en het gebruik tijdens remote-sensing vluchten en/of kaarteringsvluchten. Op de luchthaven Gatwick werden meetvluchten uitgevoerd met de Metro II voor het gebruik van MLS. Hierbij werd gebruik gemaakt van de programmeerbare EFIS die in het rechter instrumenten-paneel was ingebouwd. Ten behoeve van het remote-sensing onderzoek werden meetvluchten uitgevoerd waarin opnamen werden gemaakt van het meetgebied met zowel de SLAR als de CEASAR-scanner. De Metro II werd gebruikt als "intruder" bij het demonstreren van een TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System) aan vertegenwoordigers van onder andere de KLM, de RLD en Fokker.
Vliegtuiguitrusting en navigatiesystemen	In het kader van het "Programme for Harmonised Air Traffic Management Research in Euro-control" (PHARE) werd deelgenomen aan de Experimental Flight Management System (EFMS) Development Group. Deelnemende landen zijn: Duitsland, Engeland, Frankrijk en Nederland. Veel aandacht werd besteed aan de opzet en definitie van het project (vooral aan het opstellen van de gebruikerseisen) en het vaststellen van de ontwikkelmethode die door alle deelnemende instituten zal worden toegepast om de onderlinge uitwisselbaarheid te garanderen. Zowel voor de specificatie als voor het ontwerp werd een geschikte methodiek en een Computer Aided Software Engineering (CASE) tool geselecteerd. Inmiddels zijn de gebruikerseisen vastgelegd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de resultaten van een onderzoek bij de Nederlandse verkeersvliegers naar de gebruiksaspecten van het huidige Flight Management Systeem (FMS). In het kader van het internationale testprogramma voor het Navstar Global Positioning System (GPS) voert het NLR onderzoek uit naar het gebruik van Rockwell Collins 3A Precise Positioning Service ontvangers. Dit testprogramma wordt geleid door het Navstar/GPS Joint Program Office (JPO). De werkzaamheden van het NLR betroffen allereerst het definiëren van het programma. De NLR-bijdrage bestond in 1989 verder uit twee delen: – onderzoek naar het gebruik van "Differential GPS" voor precisie-naderingen van landingsbanen; – voorbereiding van het onderzoek naar de prestatieverbetering van een navigatiesysteem, waarin een Inertial Navigation System (INS) en een GPS-ontvanger zijn geïntegreerd. (Zie hoofdstuk 5.2 voor details over het onderzoek in verband met Navstar GPS.)
Vliegtuigonderhoud	Op basis van opgedane kennis over de bij vliegtuigonderhoud toegepaste diagnosemethodieken en over het airconditioningsysteem van de Fokker 100 werd een laboratoriumversie van een kennissysteem gebouwd. Met dit systeem werd de toepasbaarheid van kennissystemen voor de ondersteuning van vliegtuigonderhoud onderzocht (zie ook hoofdstuk 5.3).
Ongevallenonderzoek	Ter ondersteuning van de Koninklijke luchtmacht bij het onderzoek van vliegtuigongevallen wordt een "Accident Investigation Manual" opgesteld. In het "manual" zullen ervaringen van zowel KLu- als NLR-specialisten worden vastgelegd in de vorm van procedures en technieken, met als doel een verbeterde efficiëntie van het ongevallenonderzoek.
Luchtverkeersleiding	In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd assistentie verleend bij de verdere ontwikkeling van het Nederlandse luchtverkeersleidingssysteem. Zo was het NLR nauw betrokken bij de keuze van de beeldschermen in de nieuwe verkeerstoren op Schiphol. Op de NLR ATC Research Simulator (NARSIM) werden verschillende mogelijke presentatiewijzen onderzocht. NARSIM werd eveneens gebruikt bij onderzoek naar presentatie-aspecten en invoermogelijkheden van geavanceerde rasterscan-kleurenschermen met 2048 x 2048 beeldpunten. Ten einde de presentatie-aspecten van een reeds ontwikkelde "Short Term Conflict Alert"-functie (STCA) te kunnen onderzoeken werd deze aangepast voor NARSIM. Als onderdeel van studies over de capaciteit van de luchthaven Schiphol werd voor een groot aantal scenario's de capaciteit van een landingsbaan bepaald. Hiertoe werd een verbeterd berekeningsmodel gerealiseerd.



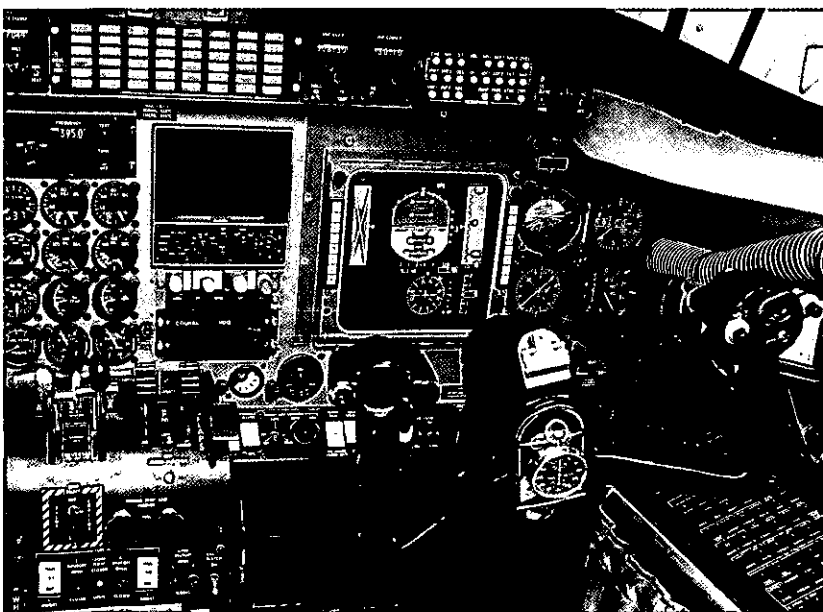
Grondstation, gebruikt bij de vliegproeven van SABCA.



Het NLR ondersteunt SABCA bij vliegproeven voor de certificatie van een F-16 met een wapensysteem van MATRA.



Uitzicht gegenereerd door een IRIS-werkstation, onderdeel van de door het NLR gemoderniseerde computerinstallatie van de mensencentrifuge bij het NLRGC.



Het Metro II-laboratoriumvliegtuig uitgerust voor naderingsproeven met het satellietnavigatiesysteem NAVSTAR.

Met een systeem "Traqueme" (Track Quality Measurement), waarmee diverse radar "trackers" operationeel en op objectieve wijze kunnen worden geëvalueerd, werden, na installatie bij de Rijksluchtvaartdienst, de eerste proeven gedaan. Verdere evaluatie is nodig om de juiste kwaliteitsmaatstaven te kunnen vastleggen.

Van de door het NLR ontwikkelde geavanceerde tracker ("jump diffusion tracker"), kwam een versie gereed die gegevens van zowel primaire radars als secundaire radars kan verwerken. Begonnen werd met de opzet voor een multiradar-versie van deze tracker.

In opdracht van Eurocontrol werd begonnen met de uitbreiding van het bestaande programma MURATREC (Multi-Radar Trajectory Reconstitution) met een module waarmee ook de "Mode-of-Flight" van een vliegtuig kan worden bepaald. Dit programma is onderdeel van een door Eurocontrol opgezet systeem waarmee radars kunnen worden geëvalueerd (RASS).

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

Op verzoek van Eurocontrol werd deelgenomen aan vergaderingen van subgroep B van het ICAO-Panel "Review of the General Concept of Separation" en van de Vertical Separation Studies Group. Deze vergaderingen betroffen het in internationaal verband verder uitwerken en documenteren van de resultaten van een datacollectie van het hoogtegedrag van vliegtuigen.

Helikopters

Namens de RLD werd deelgenomen aan de Airworthiness Steering Committee (AASC) Part 29 Study Group voor helikopters.

In opdracht van KLM Helikopters werd een gedeeltelijk experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om met een S-76B helikopter vanaf kleine start- en landingsplaatsen in bebouwde omgeving te opereren. Hierbij is de operationele situatie van een optredende motorstoring bij de start bepalend. Een aanvulling op de vliegprocedures werd voorgesteld, en deze is na goedkeuring door de RLD in het vlieghandboek opgenomen.

In opdracht van de Koninklijke landmacht en de Koninklijke luchtmacht werd ondersteuning verleend bij de evaluatie van mogelijke kandidaten voor aan te schaffen bewapende helikopters. Een industriële studie werd geëvalueerd en er werd een technische vergelijking van enkele helikoptertypen gemaakt.

In opdracht van de Koninklijke marine werd ondersteuning verleend aan het Projectbureau voor het NH90-project (NAVO-helikopter voor de jaren '90). In de projectdefinitiefase van het Europese samenwerkingsproject voor de NH90-helikopter en in de aansluitende transitieperiode naar de "Design and Development"-fase leverde het NLR diverse bijdragen in technische studies. Verder droeg het NLR bij aan het laatste gedeelte van een in Europees verband uitgevoerde "Feasibility and Cost Definition"-studie voor de ontwikkeling van een lichte aanvalshelikopter (A129 LAH).

Bijdragen werden geleverd aan de Tilt Rotor Advanced Technology Exploratory Group (HC (EG06)) en aan de Helicopter Fuselage/Rotor Interaction Aerodynamics Action Group (HC (AG04)) van GARTEUR.

Voortgegaan werd met de ontwikkeling van een helikopter-vluchtnabootser. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van elementen van de bestaande vluchtnabootser van het NLR.

Aan studenten van de Technische Universiteit Delft werd ondersteuning verleend bij afstudeeropdrachten op het gebied van helikopters. Tevens werd een leeropdracht met betrekking tot helikopters vervuld bij de afdeling Vliegtuigbouwkunde van de Hogeschool Haarlem.

Vliegeigenschappen

De werkzaamheden in het kader van de GARTEUR Action Group "Handling Qualities Guidelines for Future Transport Aircraft with Active Control Technology" (FM (AG01)) werden voortgezet. De resultaten van recent onderzoek met de vluchtnabootser van het NLR, waarbij de reacties van vliegers werden bepaald op veranderingen van vliegeigenschappen die het gevolg zijn van

	storingen in een geavanceerd besturingssysteem, werden geanalyseerd. In 1989 was de analyse vooral gericht op de aanpassing van bestaande criteria voor vliegeigenschappen van systemen gebaseerd op vliegbaanbesturing. Het onderzoek, dat gedeeltelijk in opdracht van het NIVR plaatsvond, werd afgesloten met een eindrapport van de onderzoekresultaten, en een "Guidelines report" met richtlijnen die de ontwerper helpen bij de ontwikkeling van besturingssystemen van toekomstige verkeersvliegtuigen.
Geavanceerde stuurautomaten	In opdracht van het NIVR wordt een onderzoek van geavanceerde stuurautomaten uitgevoerd dat zich zowel op ontwerpconcepten als op ontwerpmethoden richt. Een onderzoek naar het ontwerpconcept "Total Energy Control" is uitgevoerd door middel van simulatie op een IRIS-werkstation. Modellen van besturingssystemen met en zonder toepassing van dit concept zijn aangepast voor een tweemotorig straalverkeersvliegtuig. Op de bestuurbaarheid van het vliegtuig blijkt de toepassing van het concept weinig invloed te hebben. Het gedrag bij windschering van het vliegtuig met het "Total Energy Control" besturingssysteem blijkt echter aanmerkelijk slechter te zijn dan het gedrag met het andere systeem.
TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System)	Ten behoeve van de evaluatie van mogelijke concepten voor TCAS RA (TCAS Resolution Advisory) werd in opdracht van Fokker een onderzoek uitgevoerd waarbij gebruik gemaakt werd van een IRIS-werkstation en van de NLR-vluchtnabootser. De evaluatie betrof zowel de TCAS-presentatievorm op het Primary Flight Display als de toe te passen regelalgoritmen voor de sturing van de Resolution Advisory's. Aan het onderzoek werd deelgenomen door tien vliegers, afkomstig van binnen- en buitenlandse bedrijven en luchtvaartmaatschappijen. Uit het onderzoek bleek dat een presentatie in de vorm van een combinatie van een verticale snelheidsindicatie met een standhoekcommando de beste resultaten geeft, zowel wat betreft de prestaties tijdens de ontwijkmanoeuvre als ten aanzien van de acceptatie door de vliegers.
MLS (Microwave Landing System)	Op het vliegveld van Gatwick (V.K.) werden vliegproeven met het Metro II-laboratoriumvliegtuig uitgevoerd teneinde de operationele mogelijkheden van "computed centre line approaches" te onderzoeken. Hierbij werd aangevlogen op een andere landingsbaan dan die waarop het MLS was geïnstalleerd. Met behulp van de positie-informatie die uit het MLS werd verkregen, werd aan boord van het vliegtuig het naderingspad gedefinieerd. Vliegers noch verkeersleiders hadden problemen met deze naderingen. Testvliegers van onder andere de RLD, CAA en FAA namen aan de proeven deel. In opdracht van de Amerikaanse Federal Aviation Administration (FAA) werd met behulp van de vluchtnabootser een onderzoek uitgevoerd met het doel de bruikbaarheid van het Microwave Landing System (MLS) aan te tonen voor het uitvoeren van gekromde naderingsvluchten ("curved approaches"). Het doel van dit onderzoek was driedelig: – het demonstreren van de vliegbaarheid van gekromde naderingspaden door wide-body vliegtuigen; – het verkrijgen van meetgegevens ten aanzien van vliegerprestaties en -acceptatie met betrekking tot het onder operationele omstandigheden vliegen van gekromde naderingen; – het bepalen van de minimum lengte van het laatste rechte vliegbaansegment die aanvaardbaar is uit operationele overwegingen.
Nationale Simulatie Faciliteit	Overleg werd gevoerd met zowel de KLu als het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO en het NLRGC over de ontwikkeling van een Nationale Simulatie Faciliteit voor onderzoek naar onder andere vliegeigenschappen, stuurhutinstrumentatie, vliegerwerkbelasting en integrale avionicasystemen van militaire vliegtuigen en helikopters. De eisen werden geformuleerd voor een geavanceerde modulair opgebouwde simulator voor research- en ontwikkelingswerkzaamheden. Begonnen werd met het opstellen van een projectplan voor de realisering van dit project. Teneinde de ontwikkelde ideeën een bredere bekendheid te geven werd een "executive overview" opgesteld, getiteld "Proposal for an Advanced National Flight Simulator for Defence Research and Development".
Modernisering mensencentrifuge NLRGC	Ten behoeve van het trainen van jachtvliegers in het verhogen van hun weerstand tegen grote normale versnellingsbelasting gebruikt het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum (NLRGC) een mensencentrifuge. Aan het NLR werd opgedragen een modernisering van de computerinstallatie van de centrifuge uit

te voeren. Dit heeft geresulteerd in een meer realistisch uitzicht, dat wordt gegenereerd door een IRIS-werkstation dat in de centrifuge is geïnstalleerd.

Milieubelasting door
vliegtuiggebruik
Berekening van geluidsbelasting

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd een omvangrijk onderzoek uitgevoerd naar de effecten van een mogelijke uitbreiding van de luchthaven Maastricht op de geluidsbelasting. In het kader van een studie naar de capaciteit van het banenstelsel van de luchthaven Schiphol werd de geluidsbelasting berekend voor een aantal varianten van het toekomstige luchtverkeer op Schiphol.

Meting en controle

Voor het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer werd een geluidmeetnet gerealiseerd in de nabijheid van de vliegbasis Geilenkirchen. Tevens werd het beheer van dit geluidmeetnet verzorgd, evenals het beheer van een eerder door het NLR gerealiseerd geluidmeetnet nabij de vliegbasis Brüggen.

In opdracht van Manchester Airport werd een FANOMOS-vliegbaanbewakingssysteem gerealiseerd. Het systeem zal vanaf 1990 worden ingezet bij het continu en automatisch controleren of vliegtuigen de voorgeschreven naderings- en vertrekprocedures op correcte wijze volgen.

Berekening luchtverontreiniging

Een onderzoek werd uitgevoerd naar in binnen- en buitenland bestaande modellen voor het berekenen van de luchtverontreiniging door vliegtuigen. Een door de FAA ontwikkeld model is inmiddels bij het NLR in gebruik genomen.

3.3 CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Werkzaamheden aan
vliegtuigprojecten

Van de vermoeiingsproef op de stabilo/kielvlak-combinatie van de Fokker 100 werd het eerste deel voltooid dat bestond uit 90.000 gesimuleerde vluchten, die representatief worden geacht voor 30 jaar operationeel gebruik. Met het tweede deel van het beproevingsprogramma, waarbij de constructie wordt getest op "schade-tolerantie", werd begonnen. Daartoe worden op een aantal plaatsen scheuren gesimuleerd door middel van zaagsneden. Het gedrag van deze "scheuren" onder operationele belastingen wordt geregistreerd. Aan het einde van het jaar waren 115.000 vluchten nagebootst.

Belastingen op vliegtuigen

De statistische kennis van staartvlakbelastingen is relatief gering. In opdracht van het NIVR wordt een onderzoek naar staartbelastingen uitgevoerd. Dit onderzoek bestaat enerzijds uit een studie waarbij, gebruik makend van een analytisch vliegtuigmodel, de invloed van diverse parameters op de staartbelasting tijdens manoeuvres en remous wordt bestudeerd. Daarnaast worden staartvlakbelastingsspectra tijdens operationeel gebruik gemeten aan een Fokker 100 van de KLM. De meetresultaten worden gebruikt om de nauwkeurigheid van de beschikbare analytische voorspelings technieken te verifiëren.

In opdracht van de Rijksluchtvaartdienst werd onderzoek verricht naar specifieke aspecten van het probleem van het ouder wordende vliegtuig. Aandacht werd besteed aan de ontwikkeling van "multiple-site damage" in rompnaden en aan de mogelijkheden om met behulp van cabinedruk "proof tests" dit soort schade te inspecteren.

Eveneens voor de RLD werd verder gewerkt aan het onderzoek van het remousverschijnsel in relatie tot de in de luchtwaardigheidsvoorschriften gestelde ontwerpcriteria. In dit kader werd een studie gemaakt van methoden voor het beschrijven van een meerdimensionaal remousveld en het bepalen van de vliegtuigresponsie daarop.

Voor de levensduurbewaking van militaire vliegtuigen worden in opdracht van de KLu routinematig belastingsregistraties uitgevoerd bij een aantal vliegtuigen tijdens operationeel gebruik. Daarnaast vindt voor enkele typen vliegtuigen en helikopters een gebruiksbewaking plaats door registratie, voor elk vliegtuig, van primaire vluchtgegevens van iedere vlucht. Een eerder ontwikkeld systeem voor de "cyclic life control" van de motoren van een helikopter werd geïmplementeerd.

De deelname aan de werkgroep TURBISTAN, die standaard belastingsvolgorden ontwikkelt welke representatief zijn voor gasturbines, werd voortgezet.

Naast "Cold TURBISTAN", een belastingsvolgorde die representatief is voor compressordelen, is nu ook "Hot TURBISTAN", representatief voor turbinecomponenten, gereed gekomen.

Dynamisch gedrag van constructies

Methoden voor het berekenen van het dynamisch gedrag van constructies zijn ondergebracht in het programmasysteem B2000. Met behulp van deze programmatuur werden dynamische analyses uitgevoerd onder meer aan windtunnelmodellen met draaiende propellers. Daarbij werd de belasting geschat die optreedt in de ondersteuningsconstructie na breuk van enkele propellerbladen.

In samenwerking met Fokker werden algoritmen ontwikkeld en getest om de invloed van flexibiliteit van manipulator-armen efficiënt in rekening te brengen bij de ontwikkeling van simulatoren daarvoor.

Samen met Fokker werd in GARTEUR-verband gewerkt aan de ontwikkeling van lokalisatiemethoden. Met behulp van lokalisatiemethoden kunnen die gebieden in de constructie worden bepaald die niet juist zijn gemodelleerd en daardoor tot verschillen tussen berekend en gemeten dynamisch gedrag leiden. Zijn deze constructiedelen opgespoord, dan kan de modellering worden verbeterd met behulp van eerder in GARTEUR-verband ontwikkelde "update"-methoden. In samenwerking met Fokker wordt een methode ontwikkeld voor de analyse van de geluidstransmissie door de romp wand van een vliegtuig. De werkzaamheden van het NLR hadden betrekking op het met behulp van metingen valideren van door Fokker uitgevoerde dynamische berekeningen aan ARALL-romp wandpanelen.

Sterkte en stijfheid van constructies

Voor de niet-lineaire analyse van constructies, in het bijzonder voor de analyse van het knik- en het na-knik-gedrag, worden methoden ontwikkeld die vervolgens in het programmasysteem B2000 worden ingebracht. Een consistente formulering werd afgeleid voor het in rekening brengen van grote rotaties van de constructie.

De eerder ontwikkelde lineaire-knik-processor werd gekoppeld aan de continueringsmethoden, zodat de analyse van problemen met een vertakkingpunt efficiënter uitgevoerd kan worden. De mogelijkheden van de toepassing van een gereduceerde basis (ter beperking van het aantal vrijheidsgraden) zijn onderzocht. Gebleken is dat deze methode bij analyses tot ver in het na-knikgebied niet veel winst oplevert ten opzichte van de reeds bestaande continueringsmethoden.

Voor de ontwikkeling van een lichte en "frangible" ondersteuningsconstructie van landingsbaanverlichting werden enkele dynamische proeven uitgevoerd. Op een testbaan van het TNO-instituut voor Letselpreventie werden een deel van de ontworpen ondersteuningsconstructie en een vleugelneusconstructie van een klein vliegtuig bij een relatieve snelheid van 140 km/uur met elkaar in botsing gebracht. Zoals verwacht bezweek de ondersteuningsconstructie, maar er trad ook aanzienlijke schade aan de vleugelneus op.

Schadegevoeligheid en scheurgroei

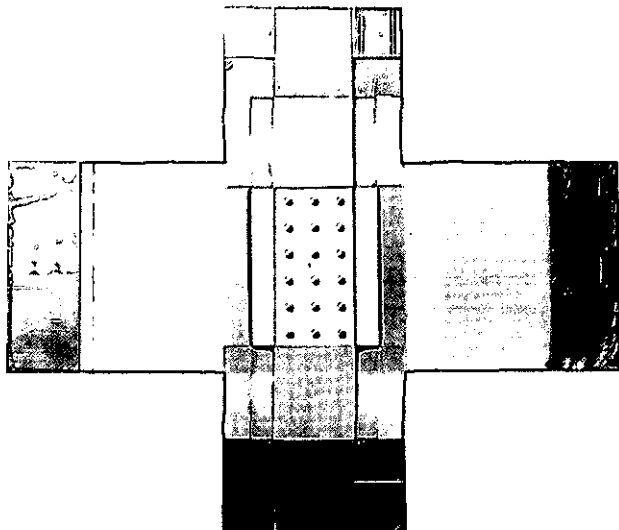
Onderzoek werd uitgevoerd naar de invloed van inslagsschade op de druksterkte van composietpanelen. In samenwerking met Fokker werd de druksterkte bepaald van beschadigde bladverstijfde panelen die waren gemaakt van nieuwe, minder schadegevoelige materialen.

Het onderzoek naar minder schadegevoelige constructieve uitvoeringsvormen (zogenaamde "soft-skin" panelen) werd voortgezet. De beproeving van hoedverstijfde panelen, toepasbaar in de buitenvleugel van de Fokker 100, werd met succes afgerond. Zwaardere belaste I-verstijfde panelen, toepasbaar in de middenvleugel, werden ontworpen volgens hetzelfde soft-skin concept. Programma's voor het optimaliseren van (composiet)-constructies werden geïnventariseerd.

Een opdracht van de ESA voor de ontwikkeling van methoden voor schadeanalyse en scheurgroeberekeningen in ruimtevaartconstructies, die in samenwerking met Fokker Space & Systems is uitgevoerd, werd afgerond. Een geavanceerde scheurgroeberekeningsmethode, gebaseerd op een scheuropeningsmodel, werd in een door NASA ontwikkeld programma ingebracht en voor de ESA operationeel gemaakt. Tevens werden richtlijnen voor het berekenen van beschadigde ruimtevaartconstructies (zogenaamde "fracture control guidelines") opgesteld.

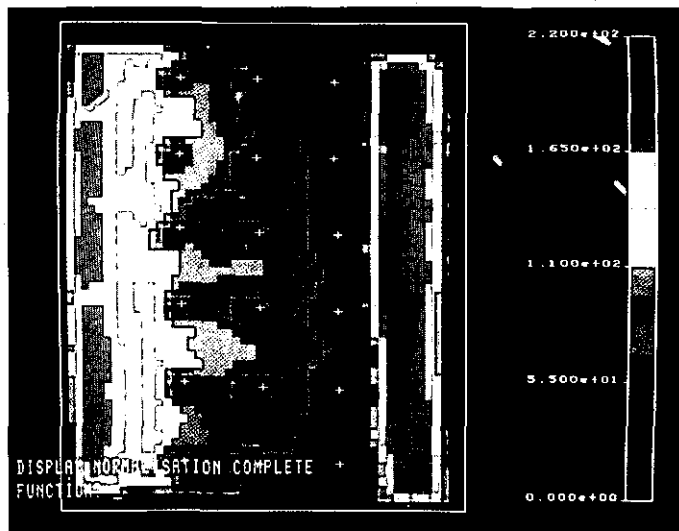
De methode voor het voorspellen van de groei van kleine scheurtjes werd verbeterd door het scheurgroei gedrag binnen een materiaal-kristal in rekening te brengen in een eerder ontwikkelde incrementele scheurgroeiwet.

De ontwikkeling van een nieuw, doelmatig systeem voor schadegevoeligheidsanalyses (het CRACKS 2000 programma) werd voortgezet. De gebruikerseisen zijn geformuleerd, een database voor belastingsvolgorden is opgezet en programmatuur voor grafische weergave van de resultaten is gemaakt. Het systeem werd toegepast voor de analyse van het F-16 vliegtuig zoals gebruikt door de Koninklijke luchtmacht.



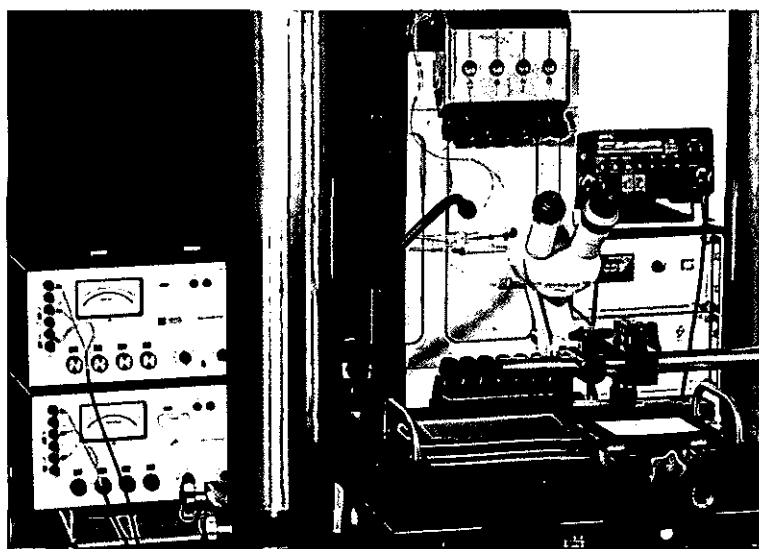
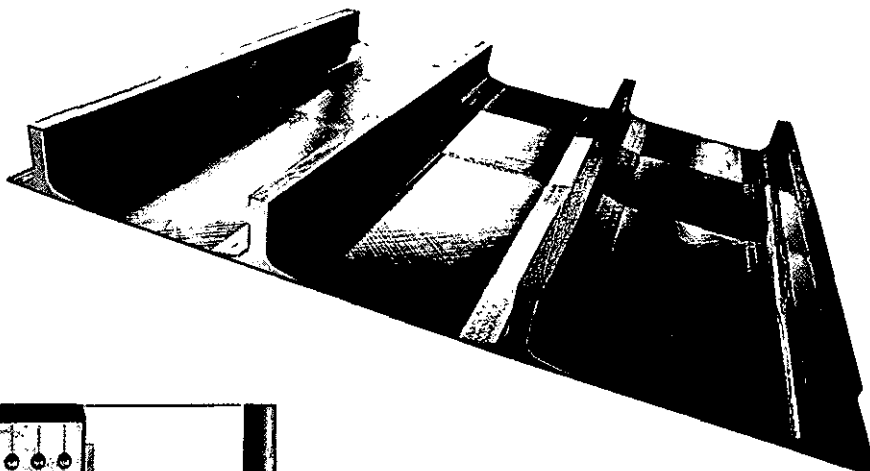
Voor het evalueren van nieuwe materiaalsystemen voor rompconstructies is het nodig proeven uit te voeren waarbij de effecten van cabinedrukcycli worden nagebootst door middel van tweezijdige vermoeiingsbelasting.

Hiervoor is een proefstuk ontwikkeld waarin deze belasting via vezelversterkte gelijmde lamellen wordt ingeleid in de proefconstructie: een klinkverbinding in een modern vezelversterkt aluminiumlaminaat.



De belastingsverdeling over het geklonken proefstuk zichtbaar gemaakt op het beeldscherm van een SPATE-8000 systeem dat gebruik maakt van het thermo-elastisch effect. De spanningsverdeling in verticale richting, evenwijdig aan de lapnaad, is zeer homogeen. De effecten van de belastingsoverdracht en van de daarmee gepaard gaande secundaire buiging op het spanningsverloop in horizontale richting zijn duidelijk zichtbaar.

Een bladverstijfd paneelsegment met versterkingen aan het uiteinde waar het aan de aansluitende constructie moet worden verbonden. Deze constructie was betrekkelijk eenvoudig te vervaardigen en bleek nagenoeg ongevoelig voor inslagschade. Voor vleugelconstructies wordt gezocht naar vormen die geschikt zijn voor belastingdragende panelen van taai composietmateriaal.



Opstelling met een proefstuk waarin een scheur is aangebracht onder vluchtsimulatiebelasting. De groei van de scheur wordt automatisch vastgelegd met behulp van de elektro-potentiaal-methode en kan worden waargenomen met een binoculaire loupe gemonteerd op een zeer nauwkeurige digitale meetlineaal.

Materiaaleigenschappen

In het kader van een GARTEUR-samenwerkingsprogramma werd experimenteel onderzoek uitgevoerd naar de reststerkte en naar de corrosie- en vermoeiingseigenschappen van dun plaatmateriaal van verschillende aluminium-lithium legeringen, geleverd door diverse fabrikanten. Het onderzoek werd aangevuld met fractografisch en metallografisch onderzoek.

Van nieuwe composieten werd de weerstand tegen inslagschade bepaald door het meten van de druksterkte na het toebrengen van inslagschade bij hoge en lage snelheid. Schadegroei in composietlaminaten voor primaire constructiedelen werd bestudeerd aan de hand van vermoeiingsproeven onder vluchtsimulatie-belasting.

Samen met de faculteit der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft en met Fokker wordt gewerkt aan de verdere ontwikkeling van het hybride composietmateriaal ARALL (Aramid Aluminium Laminate). Naast het schadetolerantie-onderzoek wordt een studie gemaakt van de toepasbaarheid van ARALL als constructiemateriaal voor de rompheid van vliegtuigen.

Van een proefstuk, dat speciaal was ontwikkeld voor het uitvoeren van vermoeiingsonderzoek onder twee-assige belasting, werd de belastinginleiding grondig herzien, zodat hinderlijke scheurvorming aan de randen wordt voorkomen. Daarbij werd gebruik gemaakt van sterk orthotrope, met aramide versterkte, gelijkde hulpstukken.

Met behulp van de apparatuur voor thermische analyse wordt onderzoek uitgevoerd aan met koolstofvezels versterkte kunststoffen. Na bestudering van het verloop van het uithardingsproces van epoxy's als functie van de tijd en de temperatuur, werd een model opgesteld waarmee de uithardingsgraad na een willekeurige autoclaafcyclus kan worden berekend.

Het NLR begeleidde de kwalificatie van een Nederlandse firma die secties van verbrandingskamers van gasturbines gaat modificeren en repareren. In de evaluatie werden de mechanische eigenschappen en de microstructuur van elektronenstraal- en TIG-lasverbindingen in Inconel 718 onderzocht en werd de röntgen-inspectiemethode geëvalueerd. Tevens werd aandacht besteed aan de eigenschappen van Inconel 718 na herhaald repareren: onderzocht werd hoe tijdens bedrijf of reparaties gevormde brosse fasen door een warmtebehandeling verwijderd kunnen worden.

Vermoeiing

Het onderzoek naar drempelwaarden bij vermoeiingsscheurgroei onder variabele-amplitude-belasting voor de aluminiumlegering 7475-T735 en de staalsoort 4340 werd voortgezet. Hierbij werd gebruik gemaakt van een vereenvoudigde belastingsgeschiedenis voor onderstellen. De verkregen gegevens zullen gebruikt worden om bepaalde aspecten van scheurgroei-modellering te toetsen en deze modellering zonodig te verbeteren.

Een onderzoek naar het scheurgroei gedrag van titaanlegeringen die worden toegepast voor fan- en compressorwielen van gasturbines, werd voortgezet. Begonnen werd met het vergelijken van verschillende methoden om scheurgroei te voorspellen. Dit onderzoek maakt deel uit van een AGARD-samenwerkingsprogramma.

Het onderzoek naar de vermoeiingseigenschappen van verbindingen in windturbinematerialen werd afgerond. Twee verbindingstypen werden beproefd: een pen/gat-verbinding waarbij het glasvezel-composietmateriaal in dikterichting onder voorspanning staat en een driedimensionale vormverbinding. De pen/gat-verbinding werd beproefd met het in internationaal verband opgestelde belastingsspectrum WISPER.

In EG-verband werd de beproefing van glasvezelpolyester couponproefstukken voortgezet. Aan dit project wordt deelgenomen door DLR, Risø-laboratorium (Denemarken), Rijksuniversiteit Gent, ECN en NLR.

In het kader van een EURAM-programma werden vermoeiingslevensduurproeven uitgevoerd op zogenaamde "squeeze castings": hoogwaardige gietstukken vervaardigd van de aluminiumlegeringen A-357 en 2014. In dit project wordt samengewerkt met Hi-Tec Metals (V.K.), Airbus Industrie, Agusta, Raufoss Ammunisjonsfabrikker (Noorwegen) en de Universiteit van Southampton.

Corrosie en spanningscorrosie, erosie

Nieuwe verfsystemen voor het F-16 vliegtuig werden onderzocht op hun corrosiewerende werking en hun flexibiliteit bij lage temperaturen. Tevens werd de invloed van oppervlakte-voorbehandeling op de hechting van de verf onderzocht.

In de branderinstallatie waarmee het turbine-milieu wordt gesimuleerd, werd onderzoek uitgevoerd op keramische coatings. Met magnesium en met yttrium gestabiliseerde zirkonia-coatings werden in deze installatie onderworpen aan een langdurige oxidatieproef. De resultaten geven aan dat de laatstgenoemde coating een betere oxidatie-bestendigheid heeft.

Een geïnstrumenteerde belastingring werd gebruikt voor het uitvoeren van spanningscorrosieproeven onder een uniforme trekbelasting. Met deze beproevingsmethode kan zonder periodieke inspectie een indruk worden gekregen van het scheurinitiatie- en het scheurgroei-proces. Ze maakt tevens de beoordeling van de spanningscorrosieweerstand op basis van een objectief criterium mogelijk.

Schadeonderzoek

Voor verschillende legeringen werd het breukgedrag als functie van de deformatiesnelheid onderzocht.

Schokproeven ter bestudering van het breukgedrag van de filamenten van waarschuwingsslampjes werden afgerond. Aan het uiterlijk van de lampjes kan worden beoordeeld of deze al dan niet brandden tijdens een schok als gevolg van een ongeval. Andere factoren, zoals het aantal branduren, de spreiding in eigenschappen van de lampjes en de zwaarte van de schok, spelen echter ook een rol.

Materiaalkeuringen en ijkingen

Een groot aantal weegkoffers en beproevingsmachines werd geijkt of gekalibreerd.

3.4 RUIMTEVAART

Standregeling van satellieten

De werkzaamheden voor de ISO-satelliet (het Infrared Space Observatory), uitgevoerd in opdracht van de European Space Agency (ESA) en Fokker Space & Systems (FSS), werden voortgezet. Voor deze satelliet maakt FSS het besturingssysteem (Attitude and Orbit Control System, AOCS), het NLR is betrokken bij de aanmaak van de testapparatuur, het opstellen van de testplannen en de uitvoering van de tests. Van de "Test and Simulation Assembly" voor de AOCS (ISO-TSA) werd de host-computer vervangen door een Micro-VAX 3400 en werd het zogenaamde "Front End" bij de satelliet uitgebreid met een VAX 1000. De hiervoor noodzakelijke veranderingen van de software kwamen nagenoeg gereed. Voor de verbinding tussen de TSA en de Attitude Control Computer werd een "Remote Terminal Unit" (Test-RTU) ontwikkeld en gemaakt.

Warmtehuishouding

De door het NLR ontwikkelde sensor voor het meten van de damp-vloeistofverhouding (kwaliteit) van een twee-fasenstroming zal worden gefabriceerd door de firma Bradford Engineering. Twee exemplaren werden in opdracht van het NIVR in de testopstelling beproefd. Het onderzoek naar de werking van twee-fasen componenten en de modellering hiervan werd, mede in opdracht van het NIVR, voortgezet. Veel aandacht werd besteed aan de ontwikkeling van een NH₃ twee-fasen testcircuit.

In het kader van het Technology Demonstration Programme van de ESA werd een voorstel ingediend voor een twee-fasenexperiment in de ruimte. Het bestaat uit een "Ammonia capillary pumped two phase loop", waarvan het gedrag in de ruimte zal worden bestudeerd. In deze "loop" worden de kwaliteitssensoren van het NLR opgenomen. Dit experiment, waaraan ook FSS, Bradford Engineering, Stork Product Engineering en de Belgische firma SABCA deelnemen zal worden uitgevoerd in een z.g. "Get Away Special", een kleine container die als "passagier" zal meevliegen met een Space Shuttle vlucht.

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 door middel van versnellingsmeters worden gemeten, waarna met behulp van de vergelijkingen van Euler de inwendige krachten en momenten worden berekend. Een eerste experiment werd uitgevoerd tijdens een parabolische vlucht met een KC-135 vliegtuig, waarbij een toestand van micro-zwaartekracht werd opgewekt.

Vorbereidingen werden getroffen voor de vlucht van een Wet Satellite-model (WSM) met een sondeerraket. Tevens werd bij de ESA een voorstel ingediend voor een Slosh Test Orbital Facility (STOF), een als WSM geïnstrumenteerde satelliet in een lage aardbaan.

In opdracht van het NIVR werden de werkzaamheden aan het Prototype Optisch-Diagnostisch Instrument (PODI) voortgezet met een onderzoek naar de ontwikkeling van een scherp gefocuseerd "schlieren"-systeem zonder referentierooster, en naar de toepassing van lasers voor de diagnostiek van vlammen. Dit laatste houdt verband met de studie naar "High Temperature Facility Technology" waarvan in opdracht van Dornier en de ESA twee werkpakketten worden uitgevoerd. Voor het bepalen van stromingsvelden in niet-doorzichtige vloeistoffen (gesmolten metalen) werd in het eerste werkpakket een akoestische techniek voor het volgen van merkers (gasbellen) gekozen. Het tweede werkpakket betreft de stroming in verbrandingsprocessen waarvoor een "Particle Image Velocimeter" zal worden gebouwd, waarmee de beweging uit fotografische opnamen kan worden afgeleid. Het ontwerp hiervoor werd in een proefopstelling getest.

In opdracht van de ESA werd begonnen aan een voorstudie voor een Mini Fluid Science Laboratory (MFSL), waarin micro-g proeven op aarde kunnen worden nagebootst. Bij het ontbreken van zwaartekracht spelen capillaire krachten een grote rol. In de MFSL zal dit worden nagebootst door de testruimten in afmeting te verkleinen.

Op 10 april werd in Zweden het eerste "Cells in Space" (CIS-1)-experiment gelanceerd aan boord van een sondeerraket. Het betreft biologische experimenten van uiteenlopende aard die gelijktijdig bij aardse omstandigheden en onder gewichtloosheid worden uitgevoerd. Elektronische subsystemen van CIS-1 werden door het NLR ontwikkeld en gebouwd (zie ook 3.5, Toegepaste Informatica). Met het oog op toekomstige experimenten werd in opdracht van het NIVR onderzoek uitgevoerd naar de toepassing van microscoop-diagnostiek in combinatie met een miniatuur TV-camera. Een voorstel voor een Microscope Experiment Box (MEB) werd in samenwerking met de firma CCM te Nuenen bij FSS en de ESA ingediend.

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 NLR-bijdrage heeft betrekking op optische diagnostieken.

Telescience

In opdracht van de ESA en het NIVR werd begonnen met de voorbereiding van een pilot-experiment op het terrein van de "Telescience". Telescience, wetenschap op afstand, betreft experimenten bij micro-zwaartekracht in bemande of onbemande ruimtevoertuigen, welke door de onderzoeker op de grond worden begeleid of gestuurd. Om hiermee ervaring op te doen bouwt de ESA een "Telescience Test Bed" bij ESTEC in Noordwijk. Hierin zal het door het NLR gebouwde PODI-systeem worden opgenomen, nadat dit geschikt is gemaakt voor afstandsbesturing. Een belangrijk onderdeel van dit TELEPODI-project is verwerking van de waargenomen beelden en de transmissie hiervan. Een testopstelling werd gemaakt waarin het eerder door het NLR ontwikkelde systeem voor beelddatareductie FICAD (Fluid Physics Images Compression and Decompression) wordt gebruikt. In de laatste fase van het project zal een experiment in het Test Bed bij ESTEC vanuit het NLR in de Noordoostpolder worden bestuurd. De mens-machine interface voor de onderzoeker zal door HCS Technology worden gebouwd. Een aparte studie werd verricht naar de vertragingen in de verschillende communicatie-elementen van het Telescience concept, zoals PTT-verbindingen, Data-Relay Satellieten, het Data Management systeem, en achtereenvolgens het operatiecentrum, een eventueel "User Support Centre" en de thuisbasis van de wetenschapper.

Crew work stations

Op 1 maart werd is bij de DLR in Keulen begonnen met de definitie-studie voor een "User Support Organisation" (USO), waaraan alle lidstaten van de ESA meedoen die deelnemen aan het Columbus Project. Nederland is in de werkgroep vertegenwoordigd door een NLR-medewerker. In deze studie worden de eisen vastgesteld waaraan de infrastructuur op de grond moet voldoen om de toekomstige gebruikers van Columbus te kunnen ondersteunen, zowel tijdens de voorbereiding als tijdens de uitvoering van hun onderzoek of activiteit. De studie kan uiteindelijk resulteren in de oprichting van een aantal "User Support Centres", mogelijk ook in Nederland.

Ruimte-robotica

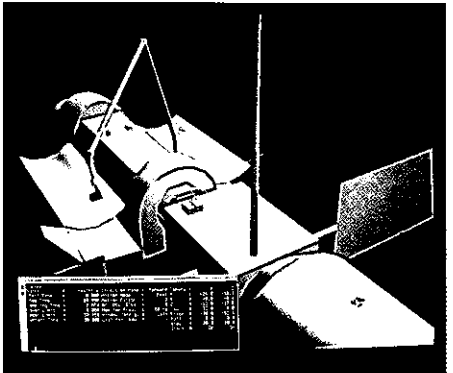
De ontwikkeling van de Hera Simulatie Faciliteit Pilot (HSFP) voor de manipulatorarm van de toekomstige ruimtependel Hermes werd in opdracht van het NIVR, FSS en de ESA voortgezet. Deze HSFP zal worden gebruikt voor ontwerpactiviteiten en voor de initiële bestudering van mens-machine interacties. De HSFP werd bij FSS geïnstalleerd, en na het uitvoeren van de acceptatietests en enige aanpassingen van de software-documentatie goedgekeurd.



Vegetatie op het land en waterdiepten bij de haven van Bahia Blanca (Argentinië), afgeleid door het combineren van satellietbeelden van SPOT en Landsat.



De cockpit en de plaats voor de instructeur van de HSFP geïnstalleerd bij Fokker Space & Systems.



Visualisatie door de HSFP in "real time" van het ruimtevoertuig Hermes met zijn robotarm Hera en het Columbus Free Flying Laboratory.



De plaats van de co-piloot van de Hermès, die de robotarm bedient, in het Flight Teleoperation Test Bed, onderdeel van de Hera simulatiefaciliteit HSFP.

Gebleken is dat de structuur van de software van de HSFP dermate flexibel is dat hergebruik bij andere projecten mogelijk is. Dit vindt reeds plaats bij het EUROSIM-project, en wordt overwogen bij het project EPOS (European Proximity Operations Simulation) en bij de uitgebreide HSF-Non Real Time simulatiefaciliteit (HSF-NRT).

Als voorbereiding voor de HSF-NRT werd onderzocht of de z.g. Direct-Path methode voor de berekening van de flexibiliteit toegepast kan worden, gelet op de eisen gesteld aan nauwkeurigheid en rekenefficiëntie. In opdracht van het NIVR werd aandacht besteed aan de door het NLR ontwikkelde methode van "Equivalent Flexibiliteits Modelleren" (EFM), en werd aan FSS ondersteuning verleend bij het ontwikkelen van de dynamica module Smartflex.

Zowel bij de "Direct Path"- als bij de EFM-methode is het vereiste aantal computerberekeningen per tijdstip evenredig met de derde macht van het aantal systeem-vrijheidsgraden. Elders worden algoritmen ontwikkeld waarbij die afhankelijkheid lineair is, die daardoor efficiënter zijn bij een groot aantal vrijheidsgraden en beter geschikt voor real-time simulaties. De Direct Path-methode werd mede om die reden niet verder ontwikkeld.

Ter ondersteuning van de HSF-NRT-ontwikkeling werden simulaties uitgevoerd met MATRIX_x, waarbij aangetoond werd dat de "Compliance Matrix" kan worden gebruikt voor het simuleren van het gedrag van een manipulator die in contact komt met zijn omgeving.

Ten behoeve van het EUROSIM-project werd in opdracht van de ESA en FSS een conversieprogramma ontwikkeld dat de gegevensbeschrijving van het HSFP-project omzet naar een Datapool Editor van een Gould-computer. Parallel hieraan zijn een aantal HSFP-simulatiemodellen aangepast aan de EUROSIM-simulator.

Gewerkt werd aan het simuleren van robotdynamica. Van een manipulator bestaande uit twee flexibele verbindingen en twee gewrichten werd een mathematisch model gemaakt, gebaseerd op de Direct Path-methode. Dit model werd gevalideerd door de berekende tijdresponsie te vergelijken met resultaten van berekeningen met het eindige-elementenpakket B2000.

De studie naar robotvisiesystemen werd in opdracht van het NIVR voortgezet met onderzoek aan twee praktische toepassingen: de reconstructie uit televisieopnamen van de stand en de positie van het Wet Satellite Model, en het gebruik van beeldverwerking voor het bedienen van PODI. Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van het beeldverwerkingspakket TCL-image, dat door TNO/TPD werd ontwikkeld.

Remote sensing Gegevensverwerking

Voor de verwerking van aardobservatiebeelden werd het RESEDA-systeem door een groot aantal onderzoekers van diverse instellingen gebruikt, al dan niet in opdracht van de BCRS. Enkele toepassingen zijn het onderzoek naar de vitaliteit van bosgebieden op de Veluwe en het onderzoek van getijdeniveaus en sedimentstromen in de baai van Bahia Blanca in Argentinië.

In het kader van het "Agricultural Project" bij het Joint Research Centre van de EEG werd begonnen aan een informatieanalyse voor een "Agricultural Information System". In dit project wordt gebruik gemaakt van remote-sensing gegevens van Europa.

Ook werden weer vele satellietfoto's van Landsat verwerkt in opdracht van de firma Robas, die de opnamen in de vorm van posters verspreidt; o.m. werd een mozaïek van Denemarken vervaardigd. 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 binnen Nederland verspreid.

Sensoren

Op 24 januari werden twee remote-sensing instrumenten, CAESAR en DUTSCAT, officieel door de Minister van Onderwijs en Wetenschappen, drs. W.J. Deetman, overgedragen aan de Beleidscommissie Remote Sensing (BCRS). CAESAR is een CCD-scanner welke door het NLR in samenwerking met de Technisch Fysische Dienst TNO-TU werd ontwikkeld. DUTSCAT werd ontwikkeld door de vakgroep Microgolfttechniek van de TU-Delft en is een niet-beeldvormende radar, waarmee nauwkeurig de relatie tussen de reflectie van het radarsignaal en de eigenschappen van het reflecterende object kan worden bepaald. Deze instrumenten worden met beide laboratoriumvliegtuigen van het NLR ingezet voor het uitvoeren van remote-sensing onderzoek.

Onderzoek werd verricht naar de verwerking van Dual-Look beelden van CAESAR, waarbij de beelden van de naar voren gerichte camera moeten worden gecorreleerd met de later opgenomen beelden van de verticale camera's. Voor opnamen van bosgebieden werd een nieuw filter in CAESAR ingebouwd. Uit CAESAR-opnamen werden stereo-beelden vervaardigd, en onderzocht werd of hieruit hoogteverschillen van het onderliggende terrein kunnen worden berekend.

De ontwikkeling van de Nederlandse "Phased Array Universal SAR" (PHARUS), in opdracht van het NIVR, werd voortgezet in samenwerking met het Fysisch Electronisch Laboratorium van TNO (FEL-TNO) en met de TU-Delft. Het NLR-aandeel betreft:

- de analyse van de fouten ten gevolge van de vliegtuigbewegingen;
- een inventarisatie van de compensatie- en baanbepalingsmethoden;
- een bijdrage in het ontwerp, de ontwikkeling en de bouw van de radar, met name het systeem voor de registratie en verwerking van de data;
- de integratie in het Metro II-laboratoriumvliegtuig.

Als voorbereiding op de bouw van de PHARUS zal eerst een prototype, het Phased Array Research System (PHARS) worden gebouwd. Begonnen werd met de bouw van de PHARS digitaliserings-eenheid, de PHAREDIG, welke begin 1990 gereed zal zijn. De antenne, welke door het FEL-TNO wordt ontwikkeld, zal worden ingebouwd in een speciale gondel onder het Metro II-laboratorium-vliegtuig, waarvan de bewegingen zullen worden gemeten met behulp van het Firebrand navigatie-systeem. Simulaties werden uitgevoerd met het door FEL-TNO ontwikkelde simulatiepakket SARGEN om het toelaatbare trillingsniveau van de gondel en de invloed van vliegtuigbewegingen te onderzoeken. De radar zal vanuit het vliegtuig worden bediend met behulp van een draagbare PC.

In opdracht van het NIVR werd een oriënterende studie uitgevoerd naar de verwerking van SAR-data door het NLR, om bij de komst van de ERS-1 satelliet een ondersteunende rol voor gebruikers te kunnen vervullen.

Meetvluchten

Met de CAESAR werden voor de Rijkswaterstaat en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee meetvluchten uitgevoerd boven de Noordzee, boven het IJsselmeer, de randmeren en het Markermeer voor het bepalen van de waterkwaliteit. Boven Veendam en de Flevopolder werden meetvluchten uitgevoerd met de CAESAR in de z.g. "Dual Look" mode, waarbij aanvullende informatie wordt verkregen uit het schuin naar voren kijken naar gewassen. Het nieuwe filter voor het meten van de kwaliteit van bossen werd getest boven de Veluwe.

Assistentie werd verleend bij de voorbereiding van meetvluchten met een Synthetic Aperture Radar (SAR) van het Jet Propulsion Laboratory (JPL), ingebouwd in een DC8. Ter vergelijking werden meetvluchten uitgevoerd met de CAESAR en de Side-Looking Airborne Radar (SLAR). Alle meetvluchten werden in opdracht van de BCRS uitgevoerd.

3.5 TOEGEPASTE INFORMATICA

Methoden, technieken en hulpmiddelen

Aan de CAE-infrastructuur voor de ontwikkeling en produktie van programmatuur en aan die voor de ontwikkeling en produktie 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.

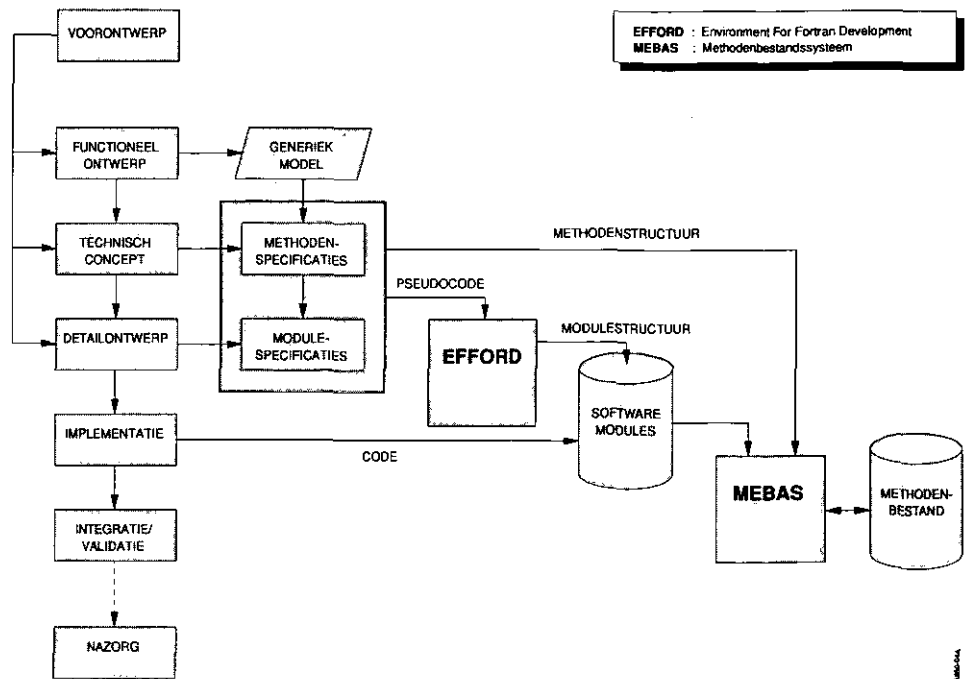
De ontwikkel- en produktieomgeving voor programmatuur bij het NLR omvat twee belangrijke elementen: de ontwikkelomgeving EFFORD en het methodenbestandssysteem MEBAS. De ontwikkelomgeving EFFORD ("Environment For Fortran Development") werd tot stand gebracht door reeds beschikbare componenten op elkaar af te stemmen en aan te passen aan de eveneens gemodificeerde standaards voor broncode. EFFORD wordt toegepast in het ontwikkeltraject van nieuwe programmatuurcomponenten. In aansluiting op dit traject worden de ontwikkelde componenten, na te zijn getest, als methode opgenomen in MEBAS.

Beheer, analyse en presentatie van gegevens

Ten behoeve van snelle invoer en uitvoer van en naar datafiles is een Record Handler Interface Manager (RHIM) ontworpen. Deze RHIM verschaft een syntax waarmee gestandaardiseerde datasets kunnen worden gedefinieerd voor verschillende doeleinden (visualisatie bijvoorbeeld). Tot de RHIM behoren de routines voor het behandelen van de mogelijke data-entiteiten en een import/export-faciliteit. Daarmee kan een dataset worden overgebracht van en naar een database onder beheer van EDIPAS.

Beheer, samenstelling en gebruik van methoden

De werkzaamheden in het kader van het ISNaS-project (een nationaal samenwerkingsprogramma voor het ontwikkelen van een informatiesysteem voor het simuleren van stromingen op basis van de Navier-Stokes-vergelijkingen) werden voortgezet. Versie 1 van de Executive (het door het Waterloopkundig Laboratorium vervaardigde subsysteem waarmee de applicatieprogramma's in het ISNaS-informatiesysteem worden uitgevoerd) werd in het methodenbestandssysteem opgenomen. Hiermee is het methodenbestandssysteem volledig geworden.



De fasering van ontwerpactiviteiten (links, van boven naar beneden) en de bij de ontwerpfasen behorende hulpmiddelen. Na de specificatie van methoden volgens een generiek model van het toepassingsgebied, en van modules met behulp van EFFORD, wordt het met MEBAS beheerde methodenbestand gevuld.

Verder werd gewerkt aan de integratie van MEBAS in een aantal projecten en aan de daarmee samenhangende aanpassingen van procedures en werkwijzen.

Definitie en uitvoering van de besturing van interactieve informatiesystemen

Voor de definitie en de uitvoering van de besturing van interactieve informatiesystemen beschikt het NLR over het User Interface Management Systeem COLAS. COLAS is geschikt gemaakt voor een IBM-computer van IPTN Indonesië, in verband met het leveren van aërodynamische programmatuur. Tevens werd assistentie verleend aan de TU-Delft bij de ontwikkeling van een evaluatiemethode voor gebruikers-interfaces, ontwikkeld met een User Interface Management Systeem.

Visualisatie

Ter ondersteuning van de analyse van berekeningen met de NEC SX-2 supercomputer werd het programmapakket VISU3D geïnstalleerd op een CYBER 910 grafisch werkstation.

Multidisciplinaire infrastructuur voor ontwerpen

Voor het evalueren van potentieel belangrijke technologieën in de lucht- en ruimtevaart is een multidisciplinaire aanpak noodzakelijk. Belangrijk hierbij zijn systemen voor gegevensbeheer en methodenbeheer, en simulatiepakketten.

Op luchtvaartgebied werd in 1989 verder gewerkt aan de infrastructuur voor vliegtuigontwerp door toevoeging van nieuwe methoden (onder andere een methode voor het bepalen van effecten van de propellerslipstroom) aan het aërodynamisch-ontwerpsysteem SAMID.

Op ruimtevaartgebied werd begonnen met het realiseren van ISMuS: een informatiesysteem voor de ondersteuning van de ontwikkeling van simulatiemodellen voor "multibody-systemen". Hiertoe zijn de voor de HSFP ontwikkelde simulatiehulpmiddelen geschikt gemaakt voor gebruik op de mainframe computer van het NLR. Het is daardoor mogelijk de eerder ontwikkelde simulatiemodellen opnieuw te gebruiken in simulatiestudies.

Computational physics

In samenwerking met aërodynamici werd verder gewerkt aan de ontwikkeling van informatiesystemen voor het simuleren van stromingen om diverse configuraties onder verschillende omstandigheden. In het kader van het ISNaS-project werd, in nauwe samenwerking met de Universiteit Twente, verder gewerkt aan het ontwikkelen van een methode voor de simulatie van compressibele stromingen om vleugelprofielen bestaande uit verschillende elementen, op basis van de Reynolds-gemiddelde Navier-Stokes-vergelijkingen. Het Waterloopkundig Laboratorium en de TU-Delft verrichten soortgelijke werkzaamheden voor de simulatie van incompressibele

stromingen. De beschikbare NLR-systemen voor geometriebehandeling, netwerkgeneratie, oplossing van stromingsvergelijkingen en postprocessing worden in het ISNaS-systeem ingebracht. Het geheel wordt in MEBAS geïmplementeerd. Het ISNaS-systeem wordt geïmplementeerd op een computernetwerk waarvan deel uitmaken de NEC SX-2 (voor rekenintensieve operaties), de mainframe-computers van het NLR en het Waterloopkundig Laboratorium (WL) (als database-machine en als ontwikkelomgeving), en diverse grafische werkstations bij NLR en WL (voor visualisatie van de rekenresultaten). Het ISNaS-project is van grote betekenis voor de ontwikkeling van technologieën voor de Nederlandse industrie, vooral voor de vliegtuigontwikkeling.

In samenwerking met sterktespecialisten werd het informatiesysteem B2000 voor simulatie van het knik- en na-knikgedrag van vliegtuigconstructies verder ontwikkeld. Het onderzoek naar verbetering van de efficiency van continueringsmethoden voor het analyseren van het gedrag van constructies onder variërende belasting werd voortgezet.

Simulatiesystemen

Het "event-driven" simulatiepakket PROMISE (oorspronkelijk vervaardigd voor de ESA ten behoeve van parameterstudies voor het NAVSAT-satellietnavigatiesysteem) werd uitgebreid met de mogelijkheid om interactief initiële parameters in te voeren. PROMISE zal worden ingezet bij de BRITE/EURAM-studie betreffende optische datatransmissie aan boord van civiele vliegtuigen.

Ter ondersteuning van studies ten behoeve van ATC-netwerkontwikkelingen is bij de RLD het PROMISE-simulatiepakket geïnstalleerd. Vervolgens is het geschikt gemaakt voor onderzoek ten behoeve van RADNET, een Europees netwerk voor de verspreiding van radar- en vliegplangegevens.

Het cyclisch tijdgedreven simulatiepakket MIMOSE, dat voor de HSFP is ontwikkeld, is na de installatie bij Fokker geschikt gemaakt voor hergebruik, bijvoorbeeld voor EPOS-, EUROSIM- en HSF-NRT-ontwikkelingen.

Het pakket ANABASIS voor het simuleren van antennesystemen en ontvangers werd wederom ingezet bij het voorbereiden van nieuwe vliegproeven met Navstar-apparatuur.

Kennissystemen

In het verslagjaar lag de nadruk van de activiteiten op onderzoek naar en toepassingen van niet-monotoon redeneren. Ten eerste werd de ontwikkelomgeving NEXT uitgebreid met een module voor niet-monotoon redeneren. Hiermee is het mogelijk redeneringen te herzien voor zover dit op grond van aanvullende informatie nodig blijkt. Dit is een van de ontwikkelingen die mogelijk zijn geworden door het onderzoek dat het NLR in samenwerking met de TU-Delft uitvoert op het gebied van redeneren met onzekere en onvolledige kennis. Ten tweede werd begonnen met de modellering van onzekerheid en onvolledigheid bij plannings- en besturingsproblemen voor een robotarm, als aanvulling op een onderzoek dat voor het NIVR werd uitgevoerd naar kennis-systemen voor robotica in de ruimtevaart.

Haalbaarheidsstudies werden uitgevoerd naar toepassing van kennissystemen bij de diagnose van technische systemen. Het betrof een onderzoek in samenwerking met de KLM, Fokker en Martinair naar de ondersteuning van grondpersoneel bij het zoeken naar en verhelpen van storingen in het airconditioningsysteem van de Fokker 100, en een onderzoek naar de ondersteuning van operators bij het lokaliseren van storingen in het computernetwerk van het NLR.

Robotica

Het eerder ontwikkelde programma TRACE (Trajectory and Constraint Evaluation) voor het simuleren van gekoppelde dynamische systemen werd in MEBAS geïmplementeerd. De ontwikkelde theorieën betreffende de beschrijving van dynamische systemen met behulp van een stelsel differentiaal/algebraïsche vergelijkingen werden getest. De voorspelde invloed van de algebraïsche vergelijkingen op het dynamisch gedrag werd door simulatiestudies bevestigd. Op deze wijze blijken gekoppelde dynamische systemen op stabiele wijze te kunnen worden gesimuleerd.

Aangevoerd kon worden dat een module voor het vastleggen van de inverse kinematica van een willekeurige starre robot kan worden gerealiseerd op basis van optimalisatietechnieken. Deze module zal worden toegevoegd aan de ontwikkelomgeving ISMuS voor simulatiemodellen van multibody-systemen.

Ten behoeve van de planning en uitvoering van robot-operaties werd begonnen met een onderzoek naar de behandeling van ongewenste situaties met behulp van niet-monotoon redeneren.

Voor de HERA-simulatiefaciliteit HSFP werd het dynamica-model dat de gecombineerde bewegingen van het ruimteveer HERMES en de robotarm HERA beschrijft zodanig verfijnd en aangepast, dat op stabiele wijze niet-lineaire effecten kunnen worden gesimuleerd. Veel aandacht is daarbij besteed aan de "real time"-aspecten van HSFP. Daarnaast werd het dynamica-model zo "getuned" dat het dynamische gedrag van de flexibele HERA-onderdelen stabiel kan worden gesimuleerd.

Vergaren en verwerken van informatie

In opdracht van de FAA en Eurocontrol werd gewerkt aan het verbeteren en uitbreiden van het in 1985 aan Eurocontrol geleverde pakket MURATREC (MULTI-RAdar Trajectory REConstitution). Deze modificaties betreffen de besturing door gebruikers en de installatie op een werkstation onder UNIX. Tijdens de voorlopige acceptatie van het eindproduct kon tot tevredenheid van vertegenwoordigers van de opdrachtgevers en van de CAA worden gedemonstreerd dat een dergelijk complex hulpmiddel voor evaluatie van radars op eenvoudige wijze kan worden bediend op een Apollo-werkstation.

Verwerking van sensorinformatie

In het kader van een internationaal samenwerkingsproject werd een nationale industrie ondersteund bij studies betreffende het definiëren van een multisensorsysteem voor het detecteren van dreiging en het selecteren van maatregelen met behulp van kennissystemen. Evenzo werd medewerking verleend bij het evalueren van voorgestelde avionicaconcepten voor gevechts- en transporthelikopters.

In samenwerking met de Technisch-Physische Dienst TNO-TU werd, in opdracht van de ESA, de haalbaarheid bestudeerd van een "High-Resolution Visible Imager" (HRVIS) voor het Europese deel van de aarde dat wordt geobserveerd door een METEOSAT van de tweede generatie.

Data-acquisitie

De in opdracht van Eurocontrol (Brussel) ontwikkelde DLPU ("Data Link Processor Unit") werd na succesvolle tests op omgevingsinvloeden en na acceptatietests aan een prototype, in serie (twaalf stuks) geproduceerd en afgeleverd. Deze twaalf exemplaren zijn stuk voor stuk gecertificeerd voor wat betreft hardware en software, volgens ARINC-voorschriften DO160B en DO178. Ze zullen door Eurocontrol worden ingezet bij onderzoek aan datalink-protocollen en aan datacommunicatie (SSR-Mode S) tussen luchtverkeersleidingscentra en vliegtuigen.

Met de DLPU, die is gebaseerd op vliegwaardige VME-technologie en is geprogrammeerd in Pascal met als real-time kernel pSOS, kan op verzoek van een luchtverkeersleidingscentrum automatisch specifieke boordinformatie worden verzameld en verzonden. De vlieger kan bij dit proces worden betrokken; ook kan een dergelijk proces door de vlieger zelf worden geïnitieerd.

Voor één van de subeenheden van de DLPU, de VME-ARINC-429-eenheid, bestaat industriële belangstelling voor toepassing in avionica en in luchtvaartsimulatiesystemen.

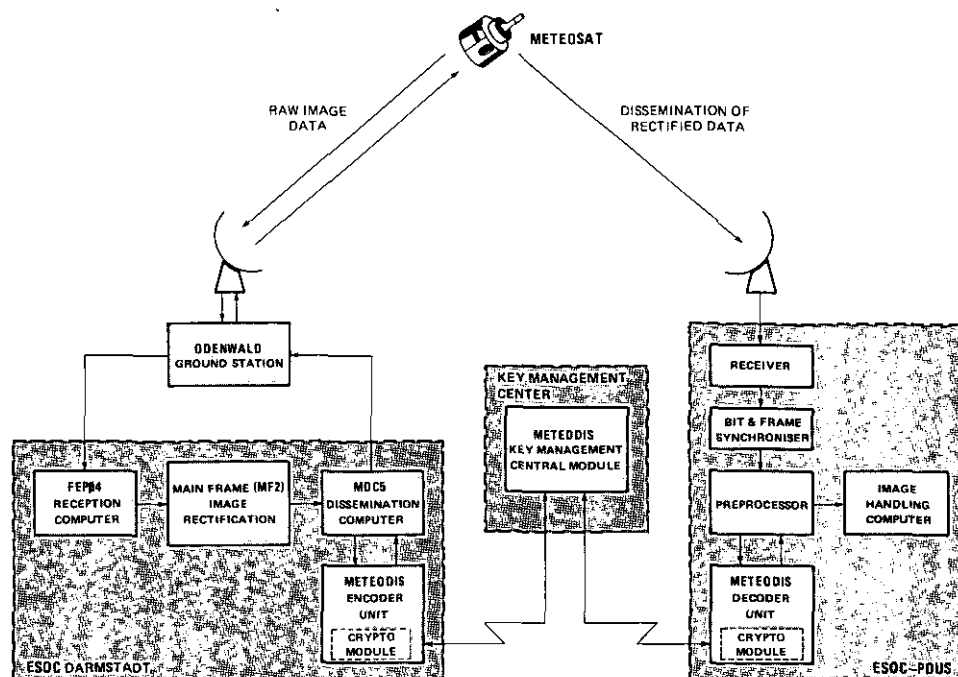
In opdracht van en in samenwerking met Fokker Space & Systems werd voor de ESA een faciliteit voor onderzoek aan biologische cellen onder microzwaartekracht ontwikkeld: CIS ("Cells In Space"), te lanceren met een ruimtesonde. Het aandeel van het NLR omvat de elektronica van het te lanceren systeem, de elektronische grondapparatuur en een 1-g referentiesysteem op de grond. Van de vier experimenten in de vlucht en op de grond wordt de temperatuur geregeld en de proef bestuurd, en worden de experimentele gegevens gemeten en samen met algemene gegevens van de faciliteit vastgelegd. De grondapparatuur presenteert de toestand van de faciliteit en de experimenten tijdens het testen, de integratie en het aftellen, en maakt het mogelijk besturingscommando's te geven. Tijdens de vlucht worden de gegevens niet alleen via telemetrie naar de grondapparatuur gestuurd, maar ook opgeslagen in de faciliteit. Na de vlucht wordt de faciliteit aangesloten op de grondapparatuur voor de "checkout" en voor het bekijken van de opgeslagen gegevens.

De eerste versie, het CIS-1-systeem, is voorjaar '89 met succes gelanceerd in Zweden. Na de berging is dit systeem gereedgemaakt voor de volgende lancering in het voorjaar van 1990 (CIS-2). Het systeem werd hiertoe uitgebreid met verbeterde dataverwerkings- en presentatiemogelijkheden. Voorbereidingen worden getroffen voor functionele uitbreidingen voor biologische experimenten tijdens toekomstige lanceringen.

Datacompressie en -encryptie

In het kader van het METEODIS/METEOCRYPT-project, dat in opdracht van ESOC en ESTEC wordt uitgevoerd, werd een systeem ontwikkeld waarmee de mogelijkheden van datacompressie en -encryptie kunnen worden gedemonstreerd onder operationele omstandigheden. Als testbed fungeert het EUMETSAT/ESA-systeem voor het verspreiden van weerbeelden van de METEOSAT-satelliet. De installatie van het systeem zal in 1990 plaatsvinden. De compressiefunctie is met transputertechnologie verwezenlijkt, de encryptiefunctie wordt uitgevoerd door zogeheten "Logic Cell Arrays". Het subsysteem voor het beheer en de distributie van de encryptiesleutels bleek tijdens tests aan de gestelde eisen te voldoen.

In opdracht van ESTEC werd het "Handbook of Data Compression Algorithms" samengesteld, dat een overzicht geeft van een groot aantal algoritmen met hun toepasbaarheid, complexiteit en prestaties. De beschrijving van de algoritmen is voldoende voor het uitvoeren van werkelijke implementaties.



Schematisch overzicht van het METEODIS-demonstratiesysteem.

Adaptieve antennes

In het kader van het Navstar-onderzoek werd de theorie van adaptieve antennes (voor het onderdrukken van toevallige en doelbewuste storing van radionavigatie- en communicatieapparatuur) verder bestudeerd. Het ontwerp voor een nulsturende antenne ANNA ("Adaptieve Null-steering Navstar Antenna") ter beproeving aan boord van een schip van de Koninklijke marine werd vastgelegd, en er werd een prototype gebouwd. Het Marine Elektronisch en Optisch Bedrijf van de KM verzorgde de behuizing van de antenne.

Grondstations

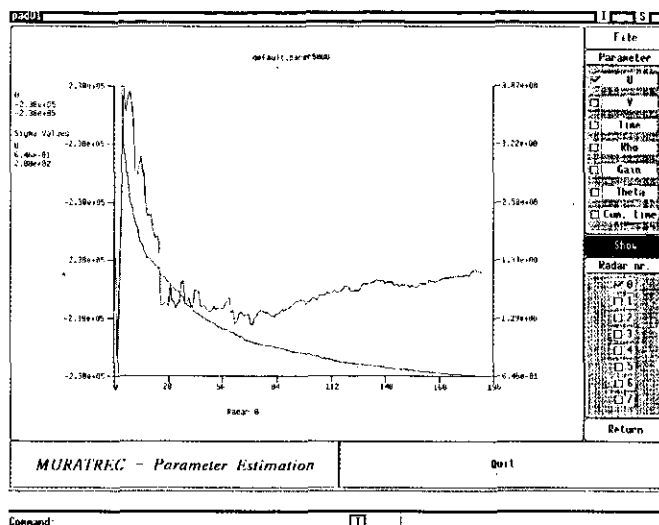
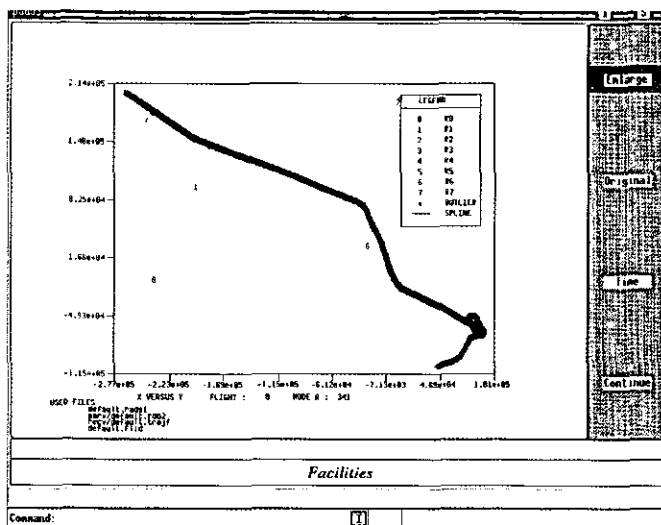
Het ARTEMIS-grondstation voor het ontvangen van satellietbeelden en het verwerken van gegevens ten behoeve van de landbouw in Afrika en ZW-Azië werd eerder in opdracht van de FAO gerealiseerd en geïnstalleerd bij de FAO in Rome. ARTEMIS ontvangt beelden van de aarde die door de Europese METEOSAT-satelliet en de Amerikaanse NOAA-satellieten worden waargenomen, en verwerkt deze beelden tot overzichtelijke kleurenkaarten die de geschatte regenval, het aantal regendagen en de hoeveelheid vegetatie tonen. Deze gegevens worden op diverse dragers verzonden naar gebruikers in de regionale centra. Het ESA-programma DIANA beoogt de verspreiding van ARTEMIS-beelden via INTELSAT naar vijf regionale stations in Afrika.

Diverse uitbreidingen werden aan het ARTEMIS-systeem aangebracht. Daardoor is het nu mogelijk om, naast de standaardproducten, beelden met hogere resolutie (1 km x 1 km) te produceren van geselecteerde kleine gebieden met behulp van NOAA-gegevens die met ESA-grondstations zijn ontvangen. Zo levert het grondstation te Maspalomas gegevens over vegetatiekaarten van het Westelijk deel van de Sahara en de Sahel. Deze vegetatiekaarten met hoge resolutie zijn in gebruik bij de Desert Locust Control Organization voor de bestrijding van woestijnsprinkhanen.

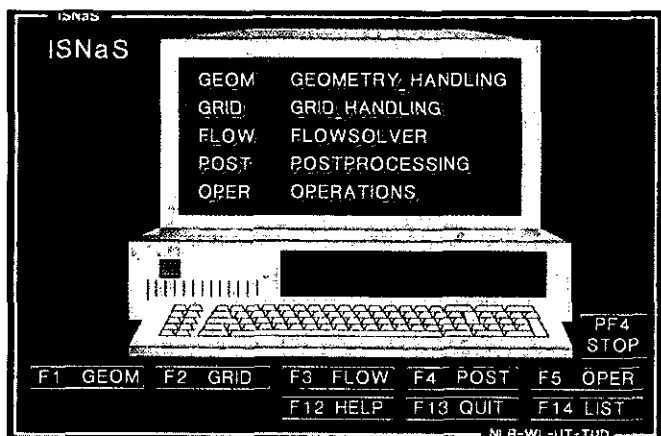
CAE-infrastructuur voor elektronica-ontwikkeling

De haalbaarheid werd aangetoond van een CAE-infrastructuur voor de ontwikkeling van elektronica op het NLR, waarmee ontwerpinformatie kan worden uitgewisseld tussen de diverse ontwerp hulpmiddelen in beide vestigingen. Begonnen werd met het opzetten van de Componenten-Database, het hart van deze infrastructuur. Hierin wordt informatie over de componenten opgeslagen en toegankelijk gemaakt voor subsystemen. Hiertoef worden deze componenten voorzien van een unieke identificatiecode. Op deze wijze worden de aanwezige elementen van de CAE-infrastructuur (voor schema-invoer, voor layout van gedrukte bedrading, en voor berekeningen van de bedrijfszekerheid) geïntegreerd. Het ligt in de bedoeling alle projecten waarin hardware wordt ontwikkeld ermee te ondersteunen.

Ook met het software-gedeelte van de CAE-infrastructuur voor de ontwikkeling van elektronica werd voortgang geboekt. Het UNIX/VME-ontwikkelingssysteem voor het ontwikkelen en testen van



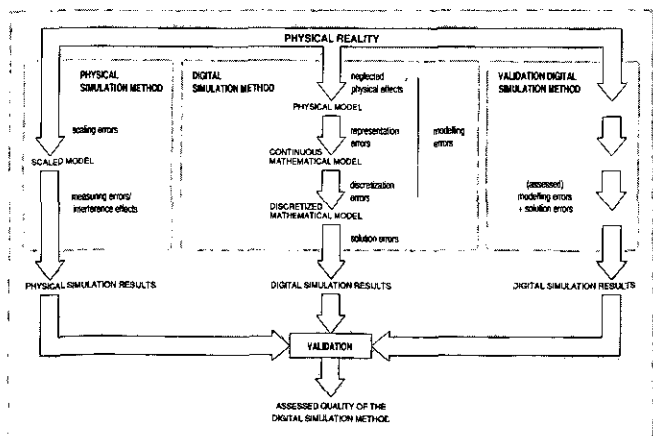
Voorbeelden van de uitvoer van het vernieuwde software-pakket MURATREC (Multi-Radar Trajectory Reconstitution), dat nu werkt op een Apollo werkstation onder het bedrijfssysteem UNIX.



Het naar de gebruiker gekeerde gezicht van ISNaS. Door middel van dit besturings-"window" kan de gebruiker met behulp van de functietoetsen onderin het beeld het gewenste proces kiezen. Op dezelfde wijze kan hij op detailniveau de benodigde methoden selecteren.



De programmatuur die werd ontwikkeld voor de HSFP is beschikbaar in de ontwikkelomgeving voor het ontwerpen van "space multibody systems", ISMuS, voor verdere toepassingen.



Validatie van nieuwe digitale simulatiemethoden is onontbeerlijk met het oog op industriële toepassing.

software in op VME gebaseerde subsystemen, werd uitgebreid met een subsysteem voor het programmeren van transputer-toepassingen (met OCCAM als programmeertaal). In diverse projecten werd dit UNIX/VME-ontwikkelingssysteem reeds gebruikt, onder andere voor de ontwikkeling van de DLPU en voor het METEODIS/METEOCRYPT-project.

Ruimtewaardige elektronica

Voor het maken van ruimtewaardige CD-ROM apparatuur werd aan Van der Heem Electronics assistentie verleend bij het opstellen van de produktspecificaties. Deze zijn aangeboden aan Dornier, die ze heeft ingebracht in de C/D-fase van Columbus-project.

Was aanvankelijk de grote dataopslagcapaciteit op een licht en handzaam medium de drijfveer om optische dataopslag op zijn geschiktheid voor de ruimtevaart te bezien, gaandeweg zijn de toepassingsmogelijkheden binnen het Columbus-project op de voorgrond getreden. Dit komt tot uiting bij de samenwerking met CAT-Benelux en BSO Aerospace & Systems in de studie "Crew Work Station Architecture & Module Control Station Evolution", die in opdracht van de ESA en het NIVR wordt uitgevoerd. Het werk beoogt het Crew Work Station testbed bij ESTEC te voorzien van een Multimedia Information Management subsysteem, samenwerkend met de andere subsystemen van het testbed. In 1990 zal het in het testbed worden geïnstalleerd. De kern wordt gevormd door het CAT-produkt Freebase, waarvan de mogelijkheden uitgebreid worden en dat aangepast zal worden aan de testbed-computer, die met UNIX werkt.

Testen op omgevingsinvloeden

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 Elektromagnetische Interferentie (EMI).

Voor een groot aantal opdrachtgevers (militair/civiel, nationaal/internationaal, lucht/ruimtevaart) werden metingen verricht in de EMI-faciliteit van het NLR teneinde het niveau van door elektronische apparatuur gegenereerde storing te bepalen of de gevoeligheid van apparatuur voor storende elektromagnetische straling vast te stellen.

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

Voor het testen van airborne apparatuur op omgevingsinvloeden is, wat de civiele luchtvaart betreft, het ARINC-voorschrift RTCA-DO-160B "Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment" de richtlijn. In dit document moet met name het hoofdstuk over EMI/EMC worden aangepast, aangezien de "elektromagnetische omgeving" sterk is veranderd (door TV-stations, satellieten, civiele en militaire radars, energiecentrales, straalverbindingen e.d.). Hiertoe werd in opdracht van de RLD de "elektromagnetische omgeving" van Nederland in kaart gebracht, met name voor "hoge-energie"-stralers (HERF; "High-Energy Radiated Fields"). Deze informatie werd ingebracht in de werkgroepen van EUROCAE en ICAO die deze aanpassing voorbereiden.

Kwaliteitszorg en bedrijfszekerheid

De activiteiten in het kader van de kwaliteitszorg waren geconcentreerd op het waarborgen van de inhoud en van de betrouwbaarheid van informatiesystemen. Hiertoe zijn de hieraan gestelde eisen ingedeeld in vier groepen: management-richtlijnen en -voorwaarden, functionele eisen, gedrag/prestatie-eisen, en eisen met betrekking tot de evaluatie. De bijbehorende procedures voor de ontwikkeling van informatiesystemen, die beschrijven hoe deze eisen naar eigenschappen moeten worden vertaald, worden vastgelegd in een Procedurehandboek.

Een aanzet werd gegeven om te komen tot een kwaliteitssysteem voor het produkt "informatiesystemen". Dit kwaliteitssysteem zal de uitvoerende en controlerende acties omvatten die nodig zijn om een opdrachtgever het vertrouwen te geven dat het informatiesysteem voldoet aan de door hem gestelde kwaliteitseisen.

In het kader van de kwaliteitsbeheersing werden ook dit jaar kalibraties uitgevoerd van de meetapparatuur die bij het NLR in gebruik is. Begonnen werd met de automatisering van routinematige ijkingen. Bestaande programmatuur werd daartoe geconverteerd naar de nieuwe (UNIX)-omgeving. Een voorontwerp werd opgesteld van de nieuwe opzet.

Na opstelling in een nieuwe ruimte is het gehele kalibratiesysteem voor elektromagnetische grootheden en tijd opnieuw, met succes, geëvalueerd door de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO); ook de omgevingscondities (temperatuur, temperatuurverdeling, vochtigheid, EMI) werden in de evaluatie betrokken.

Voor het behouden van de verkregen erkenning door de NKO werden diverse verfijningen in de meetprocedures aangebracht, werd een concept voor het kalibratiekwaliteitshandboek opgesteld en een concept voor het berekenen van de meetonzekerheden.

Beveiliging

In SIBAS-verband werd voor het Ministerie van Binnenlandse Zaken de kwetsbaarheid en de beveiliging van bestuurlijke informatiesystemen bij de overheid onderzocht. Voordat het feitelijke onderzoek bij een aantal systemen werd uitgevoerd, werd de beveiliging gedefinieerd en gekwantificeerd als onderdeel van de kwaliteitszorg. Een rapport met de bevindingen en aanbevolen maatregelen is in september aan de Minister van Binnenlandse Zaken overhandigd.

In 1989 werd door de Europese Gemeenschap een voorstel goedgekeurd voor onderzoek naar de beveiliging in en de installatie van een netwerk met hoge snelheid (ten minste 2 Mbps) voor wetenschappelijk onderzoek tussen de diverse lucht- en ruimtevaartindustrieën en -onderzoekscentra in Europa. Het onderzoek, dat onder leiding van ONERA zal worden uitgevoerd, richt zich in eerste instantie op het beveiligingsaspect en op de installatie van een verbinding tussen ONERA en NLR.

In verband met de integratie van de computernetwerken van het Waterloopkundig Laboratorium en het NLR en met de rol van het NLR-computernetwerk in SURFnet werd de beveiliging adequaat geregeld. Tevens werd een "dial-back service" tot stand gebracht, waarmee men van buiten het NLR, na autorisatie, interactief toegang kan verkrijgen tot het computernetwerk van het NLR, onder de beveiligde toegankelijkheid van dit netwerk.

4 TECHNISCHE OUTILLAGE

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 nauwkeurigheid van krachtenmetingen in windtunnels. Voor de zes-componentenbalans voor nauwkeurige weerstandsmetingen in de HST werd een unieke methode ontwikkeld voor het compenseren van het nulpuntsverloop ten gevolge van temperatuurverschillen over de balans. Een miniatuur krachtmeetelement met grote nauwkeurigheid voor een te realiseren nieuwe half-modelbalans werd ontworpen en met succes beproefd.

De mogelijkheden werden nagegaan om de sturing van de bok voor het ijken van inwendige balansen op afstand bedienbaar te maken, teneinde aanzienlijk sneller te kunnen ijken.

Theoretisch onderzoek werd uitgevoerd met betrekking tot de beschrijving van multi-component balansijkingen en de daaraan gekoppelde omzetting van tunnelmeetgegevens naar krachten en momenten. In plaats van de gebruikelijke matrixconversiemethode worden interactieve methoden met een databasestructuur onderzocht. Voor hogere-orde ijkingen lijkt de theorie van "transfinite" interpolatie interessante mogelijkheden te bieden.

De "multi-port" drukmeetsystemen waarmee op een snelle en efficiënte wijze drukmetingen kunnen worden uitgevoerd zijn verder geëvalueerd. Hierbij bleek dat deze drukmeetsystemen nog door de fabrikant aan te brengen principiële aanpassingen behoeven om doelmatig in windtunnels, in het bijzonder in niet-atmosferische windtunnels, te kunnen worden toegepast.

Gegevensverwerking van windtunnelmetingen

Bij de windtunnels in de Noordoostpolder, inclusief die in het Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica, werd een nieuw computersysteem geïnstalleerd voor de verwerking en analyse van meetgegevens. Dit systeem is op soortgelijke wijze opgebouwd als het eerder geïnstalleerde systeem bij de windtunnels in Amsterdam. Het nieuw ontwikkelde verwerkingspakket APROPOS (Aerodynamics Processing and Presentation Open-ended System) kon daardoor in beide vestigingen in gebruik worden genomen. Nu met de combinatie van deze nieuwe hardware en software ervaring is opgedaan, kan de voorziene uitbreiding van de hardware bij de tunnels in Amsterdam definitief worden gespecificeerd.

Lage-snelheidstunnels

Zowel bij de LST als bij de Modeltunnel werd een nieuw systeem voor gegevensverwerking geïnstalleerd, inclusief de apparatuur voor de communicatie met het eerdergenoemde APROPOS-systeem voor verwerking en analyse van meetgegevens.

Ten behoeve van het niet-luchtvaartonderzoek werd de apparatuur voor concentratiemetingen aangepast, teneinde de meetsnelheid aanzienlijk te vergroten.

Een traverseermechanisme met vier graden van vrijheid werd ontworpen en aangemaakt om de driedimensionale grenslaag van een halfmodel (in GARTEUR-verband) nauwkeurig te kunnen meten.

De Modeltunnel werd aangepast om proeven te kunnen uitvoeren in verband met een mogelijke verhoging van de windsnelheid van de DNW in de meetplaatsconfiguratie met open straal.

Transsonen en supersonen tunnels HST

De ontwikkeling van het systeem voor de regeling van het getal van Mach werd voortgezet. Onder normale omstandigheden werkt dit systeem naar tevredenheid. De invalshoek van modellen kan nu continu worden versteld bij gelijkblijvend getal van Mach, waardoor een aanzienlijke produktieverhoging is bereikt.

De sturing van het nieuwe sonde-traverseermechanisme werd verbeterd, zodat nu volledig automatisch gestuurd kan worden over vier graden van vrijheid.

Begonnen werd met de realisering van een verbeterd systeem voor samengeperste lucht bij de HST. Studies hebben aangetoond dat het drukniveau voor het aandrijven van modelmotoren voor de simulatie van "single rotating"- en "counter rotating"-propellers c.q. fans bij halfmodellen moet worden verhoogd van 40 tot 100 bar bij een maximaal massatransport van ruim 3 kg/s.

Met die eigenschappen voldoet het systeem tevens aan alle andere voorzienbare eisen voor motorsimulatie in de HST. Een ontwerp en deelspecificaties van het nieuwe systeem zijn gemaakt, inclusief subsystemen voor beveiliging en voor de regeling van temperatuur, druk en massa-stroom.

Geluidsdruckmetingen aan een vlakke plaat in zowel de HST (transsoon) als de SST (supersoon) hebben aangetoond dat het niveau van het achtergrondlawaai in beide tunnels voldoende laag is om metingen van aëro-akoestische en instationaire belastingen op windtunnelmodellen van lanceer- en "re-entry" voertuigen, en van combinaties daarvan, mogelijk te maken.

De nieuwe vacuumpomp met de bijbehorende apparatuur werd geïnstalleerd en in gebruik genomen, waarmee de tijd die benodigd is om de HST gereed te maken voor metingen bij onderdruk aanzienlijk werd verkort.

Modificatie HST

Nadat in 1988 het plan van de eerste fase van de modernisering van de HST was vastgelegd, werd in 1989 met de uitvoering begonnen. Na evaluatie van de ontvangen offertes, werden de ontwerpwerkzaamheden voor de drie nieuwe modelondersteuning en voor de verlengde en in hoogte verstelbare meetplaats opgedragen aan de Canadese firma DSMA. Tevens kreeg DSMA de opdracht voor het ontwerpen, samen met het NLR, van een geautomatiseerd besturingssysteem waarmee de produktiviteit en de nauwkeurigheid van de HST verder kunnen worden verbeterd. Voorts werd gewerkt aan de specificatie voor de automatisering van de besturing van de Centrale (ten behoeve van de aandrijving van de HST).

In de PHST werd onderzoek uitgevoerd naar de aërodynamische consequenties van de voorziene verlenging en verhoging van de meetplaats van de HST waarbij de drie nieuwe modelondersteuning en werden gesimuleerd. De stromingsweerstand zal enigszins toenemen, waardoor de tunnelprestaties in de vorm van de maximaal bereikbare getallen van Reynolds en Mach in geringe mate zullen afnemen. De stromingskwaliteit in de meetplaats zal aanzienlijk worden verbeterd door een afname van de interferentie van de modelondersteuning en voor onderzoek aan modellen van verkeersvliegtuigen. Voor de modelondersteuning met een zeer groot invalshoek- en gierhoekbereik is deze interferentie vergelijkbaar met het huidige niveau.

SST

Een specificatie werd opgesteld voor een nieuw invalshoekmechanisme voor modelondersteuning bij de SST.

Voor de Continue Supersone Tunnel (CSST) werd een sonde-bewegingsmechanisme ontworpen voor het ijken van richtingssondes in transsone en supersone stromingen; begonnen werd met de uitvoering ervan.

Apparatuur voor aëro-elastisch en aëro-akoestisch onderzoek

Ten behoeve van aëro-elastisch onderzoek werden conditionerings- en versterkereenheden met 128 kanalen in gebruik genomen en werd een tweede veelkanaalssysteem voor Fourieranalyse aangeschaft.

Voor het vastleggen van grote hoeveelheden ruwe dynamische data (tot 100 kHz) werd een 64-kanaals digitaal registratiesysteem aangeschaft. Dit systeem geeft, samen met de bovengenoemde dynamische conditioneringseenheden en de twee veelkanaals Fourieranalysesystemen, het NLR unieke mogelijkheden voor het uitvoeren van complex dynamisch onderzoek (ook geluidsonderzoek) in de diverse windtunnels van het NLR.

Voor diagnostisch onderzoek aan geluidabsorberende eigenschappen van rompwandpanelen werd een optische trillingsmeter (laser vibrometer) in gebruik gesteld.

Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica

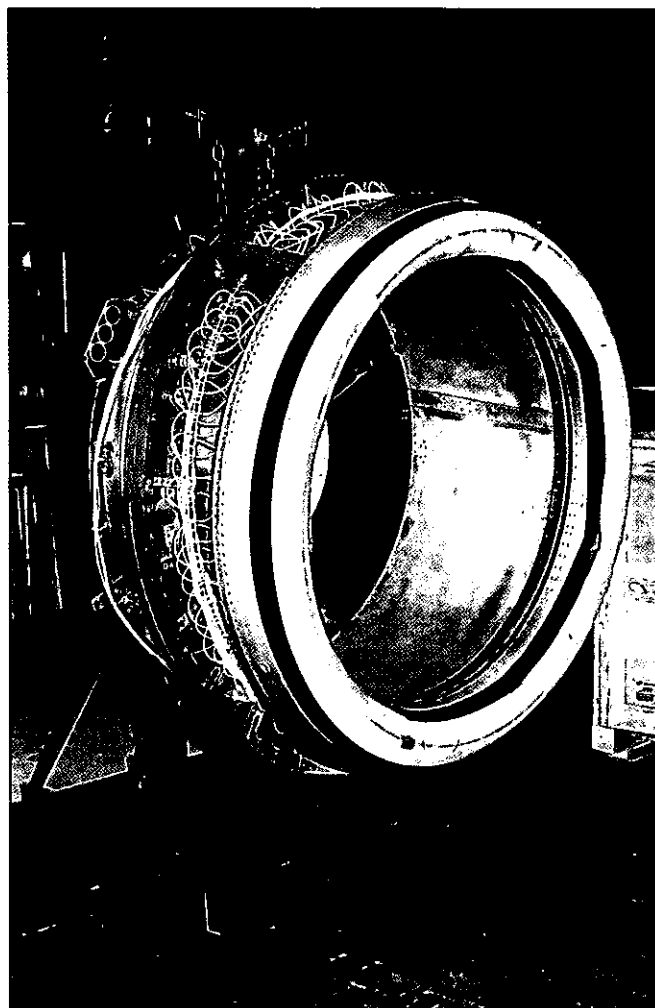
Een multi-port drukmeetsysteem werd geïnstalleerd en beproefd voor gebruik bij het ijken van modelfanmotoren voor de DNW in de IJktank.

Een door het NLR vervaardigde modelpropeller bestaande uit vier met koolstofvezels versterkte polyesterbladen, werd met succes beproefd in de LST.

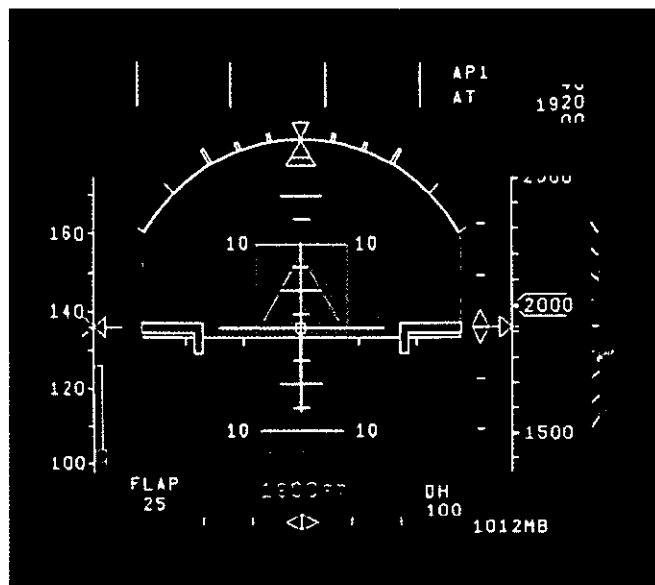


Het NLR verleende medewerking bij de succesvolle vliegproeven met een Fokker 100 voor geluidscertificatie bij John Wayne Airport (foto: Fokker).

Een speciaal door de Amerikaanse vliegtuigfabrikant Grumman vervaardigde motorinlaat werd bij het NLR voorzien van een groot aantal microfoons en drukmeters voor het uitvoeren van vliegproeven gericht op een verdere vermindering van het externe geluid van de Fokker 100.



Onderzoek in het laboratorium voor de evaluatie van concepten voor TCAS RA (Traffic Alert and Collision Avoidance System Resolution Advisory).



Primary Flight Display met TCAS-presentatie.

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 z.g. DELTA-project, waarmee in 1987 werd begonnen, is de onderlinge afstemming van de verdere ontwikkelingen van de Vluchtnabootser, 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, Fokker, de KLM en de Luchthaven Schiphol zorgt voor onderlinge afstemming van de programma's. Tevens zullen de installaties een rol spelen in het internationale Programme for Harmonized Air Traffic Management in Eurocontrol (PHARE).

NARSIM

Voor de NLR Air Traffic Control Research Simulator (NARSIM) werd een geavanceerd kleuren-scherm met 2048 x 2048 beeldpunten met een bijbehorende display processor geïnstalleerd. Een console voor de verkeersleiderpositie werd gerealiseerd. De vliegtuigmodellen werden aanzienlijk uitgebreid. Begonnen werd met de opzet van de belangrijkste geautomatiseerde functies in een verkeersleidingssysteem.

Avionics Research Testbed

De plannen voor de tweede fase van de ombouw van de Metro II tot Avionics Research Testbed (ART) werden aangepast aan het internationale samenwerkingsproject tot realisering van een Experimental Flight Management System (EFMS). Voor eigen onderzoek werd een MLS (Microwave Landing System)-ontvanger aangeschaft. Begonnen werd met het ontwerp voor een tweezijdige data-verbinding tussen het Metro II-laboratoriumvliegtuig en een grondstation.

Vluchtnabootser

Om de gewenste bandbreedte van het nieuwe bewegingsmechanisme te kunnen behalen, werd het programma in de "motion interface" (MOTIF) microprocessor aangepast. De juiste werking hiervan werd beproefd in een testopstelling.

Een begin werd gemaakt met het ontwerp van registratiefaciliteiten, bediening en bewaking van het TV-maquette-zichtsysteem, het cockpit-intercomsysteem, het camerabewakingssysteem voor de simulatiehal en het gebruik van "touch screens" voor de bediening en controle van de simulaties.

Geoffreerde systemen voor de nieuwe vluchtnabootser-interface (FSIS) werden bestudeerd in het licht van de gebruikerseisen.

De vier centrale processoren en het geheugen van de 3200 MPS computer werden vervangen door twee veel krachtiger processoren en het geheugen van de Concurrent computer Micro Five.

De XY-plotters in de bediening- en controlelessenaar voor het bewegingsmechanisme met vier vrijheidsgraden werden vervangen door beeldschermen waarop met behulp van grafische werkstations vliegbanen kunnen worden gepresenteerd tijdens de simulaties.

Een grafisch werkstation werd aangeschaft voor de presentatie van primaire vluchtinformatie op beeldschermen in de stuurhut.

Voorzieningen voor vliegproeven en voor verwerking van vliegproefgegevens

Voor de verwerking van vliegproefgegevens tijdens de vlucht is voortgegaan met de introductie van op VME-microcomputersystemen. Een vliegwaardig systeem van beperkte omvang werd gerealiseerd, en gebruikt bij vliegproeven met de Metro II. Met de aanmaak van een systeem met een grotere capaciteit is begonnen.

Ten behoeve van vliegproeven met militaire vliegtuigen werd een mobiel telemetrie-grondstation gerealiseerd, bestaande uit een volgantenne en apparatuur voor besturing en gegevensverwerking.

De hulpmiddelen voor de gegevensverwerking met het Data Verwerkings Station Vliegproeven (DVSF) werden uitgebreid met programmatuur werkend op een Personal Computer (PC), waarmee gegevens die met een VME-microcomputer of een PC zijn geregistreerd, in standaardvorm aan de gebruikers ter beschikking kunnen worden gesteld. Het standaard verwerkingspakket wordt regelmatig aangepast aan de eisen die door de verschillende projecten worden gesteld. Onderzoek werd gedaan naar een 32-bits Operating System voor de MODCOMP 3285-computer waarmee de doorvoercapaciteit kan worden vergroot.

Op het gebied van sensoren werd een begin gemaakt met een oriëntatie naar de mogelijkheden voor de toepassing van laser-doppleranemometrie aan boord van een vliegtuig voor de bepaling van de ware lichtsnelheid. Tevens werd geëxperimenteerd met "liquid crystal"-folies voor het zichtbaar maken van het omslagpunt van laminaire naar turbulente stroming op het vleugeloppervlak tijdens vluchten met het Metro II-laboratoriumvliegtuig.

Door het uitvoeren van een modificatieprogramma werd een van de kleinere typen datarecorders verbeterd. De registratiecapaciteit werd verviervoudigd en de bediening werd verbeterd.

IJK- en beproevingsapparatuur

Het Kalibratielaboratorium van de afdeling Vliegtuiginstrumentatie bezit een erkenning van de Nederlandse Kalibratie Organisatie (NKO) voor het kalibreren van verschildrukmeters en absolute-drukmeters. Een door het NKO uitgevoerde controle kon ook dit jaar weer met een voor het NLR goed resultaat worden afgesloten.

Ter voorbereiding van de verkrijging van een NKO-erkenning voor temperatuurkalibraties werd deelgenomen aan een door het NKO georganiseerde "ringvergelijking" van de kalibratie van twee temperatuuropnemers.

Deelgenomen werd aan de vergaderingen van de Technische Commissies voor Drukmeting en van Temperatuur- en Vochtmeting van het NKO.

Een belangrijke inspanning werd verricht voor de uniformering van de hardware en software van de vier computersystemen van het Kalibratielaboratorium.

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

Laboratoriumvliegtuigen

In het voorjaar werden de beide laboratoriumvliegtuigen verhuisd van hangaar 8 naar de nieuwe hangaar 3 van de Dutch Dakota Association (DDA), waarvan een afgescheiden gedeelte door het NLR wordt gehuurd voor stalling en onderhoud.

Een gecomputeerd systeem voor onderhoudsadministratie werd in gebruik genomen.

4.3 TECHNISCHE OUTILLAGE OP HET GEBIED VAN CONSTRUCTIES EN MATERIALEN

Belastingsapparatuur

De bij het NLR ontwikkelde hydraulische inspankop werd tot een maximum kracht van 250 kN beproefd en operationeel bevonden; een systematische bepaling van de inklem-onnauwkeurigheden werd afgesloten.

De mogelijkheid het bereik van de 2 MN Avery testbank in het drukgebied uit te breiden tot 3 MN werd onderzocht. Het lijkt mogelijk door enkele constructieve ingrepen en door toepassing van een verhoogde oliedruk proeven uit te voeren op composietpanelen voor zwaarbelaste vleugelconstructies. Begonnen werd met de specificatie van een modificatieprogramma waarin ook verplaatsingssturing als eis is opgenomen.

Een systeemontwerp werd gemaakt voor een beproevingsopstelling waarin een gekromd romp-huidpaneel twee-assig kan worden belast bij aanwezigheid van een inwendige overdruk.

Een verouderde stuureenheid voor vermoeiingsproeven bij vluchtsimulatie werd vervangen door een moderne computersturing.

Apparatuur voor corrosieonderzoek

Een systeem voor het meten van temperaturen tot 1100°C aan roterende proefstukken kwam gereed. Een nieuwe zoutspreekkast werd in gebruik genomen.

Apparatuur voor data-acquisitie en verwerking

Software werd ontwikkeld ten behoeve van de bewerking, de opslag en het beheer van belastingsmeetgegevens in het werkstation.

4.4 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR RUIMTEVAARTONDERZOEK

Het lokale computernetwerk werd gekoppeld aan het glasvezelnetwerk van het NLR. De SYSTIME-computer van het geleidings- en besturingslaboratorium kreeg een nieuw besturings-systeem, VAX VMS 4.7. Tevens werd versie 7.0 van Matrix, geïnstalleerd.

Het onderzoek naar de opvolger van het huidige RESEDA-systeem werd voortgezet, onder meer met bezoeken aan de DLR in Duitsland en aan International Imaging Systems (I²S) in de V.S. De definitieve keuze zal begin 1990 worden bepaald. De PARES-programmatuur voor de voorverwerking van remote-sensing data werd geconverteerd naar het NOS/VE bedrijfssysteem.

4.5 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR TOEGEPASTE INFORMATICA

Computernetwerk

In beide vestigingen werd een belangrijk deel van het nieuwe netwerk geïnstalleerd. Als dragers werden tussen de meeste gebouwen glasvezelkabels gelegd, en in de gebouwen coaxiaalkabels. Op deze dragers en de computerinterfaces ervan werden nieuwe standaardprotocollen voor file-transfer en terminal-verkeer geïmplementeerd.

De overgang van het NOS- naar het NOS/VE-bedrijfssysteem op de Control Data CYBER 855 werd voltooid. Enkele speciale toepassingen zullen NOS kunnen blijven gebruiken op de CYBER 810 back-up computer.

De belasting van de CYBER 855 was zeer hoog. Daardoor waren de responstijden aan het einde van het jaar onaanvaardbaar lang, ondanks het feit dat een deel van het werk naar de NEC SX-2 was verschoven. In verband hiermee is een plan opgesteld om de CYBER 855 door een krachtiger systeem te vervangen.

Het gebruik van de NEC SX-2 voor grootschalig rekenwerk is volgens de verwachting toegenomen. Dit gold vooral het gebruik voor projecten van Nederlandse universiteiten, dat plaatsvindt na goedkeuring door de Werkgroep Gebruik Supercomputers. Het SX-2-systeem bleef zeer stabiel functioneren. Daardoor kon de onderhoudsploeg in sterkte worden teruggebracht.

De integratie van de computernetwerken van het Waterloorkundig Laboratorium en het NLR werd voortgezet.

Automatisering van de ontwikkeling van elektronica

In de CAE-infrastructuur voor de ontwikkeling van elektronica werd vooral aandacht besteed aan het opzetten van de centrale Componenten Database. Verwacht wordt dat deze in 1990 operationeel wordt.

Het UNIX/VME-ontwikkelingssysteem werd uitgebreid met ontwikkel- en testfaciliteiten voor software voor transputer-toepassingen. Tevens werd het Ethernet TCP/IP-protocol gekoppeld met de pSOS "real time"-kernel, waardoor een standaardverbinding is gecreëerd – in instrumentatiesystemen – tussen subeenheden onderling. Binnen de eenheid is de VME/pSOS-standaard van toepassing.

Automatisering van metingen en testen

Een technisch concept werd opgesteld voor een systeem voor het geautomatiseerd meten en testen van elektronica en apparatuur. Dit concept is gebaseerd op een open-systeemconcept met UNIX als besturingssysteem en Pascal als hogere-orde programmeertaal. Op basis van het technisch concept is HP9000-apparatuur aangeschaft voor het geautomatiseerd meten en testen, met inbegrip van de EMI- en de kalibratiefaciliteit.

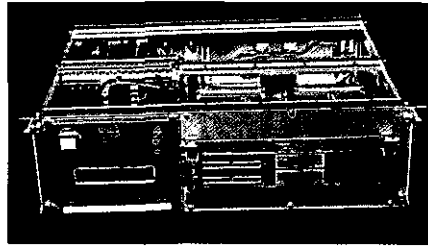
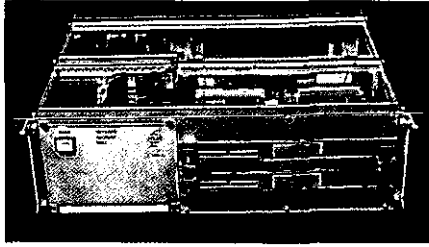
Faciliteiten voor omgevingstesten

De nieuwe, aanzienlijk grotere EMI-faciliteit is gereed gekomen. Met deze faciliteit kan worden voldaan aan de militaire en civiele eisen die aan dergelijke installaties worden gesteld. Ook zal deze faciliteit kunnen worden ingezet bij het testen van antennesystemen (bijvoorbeeld in het kader van Navstar-activiteiten), aangezien de gehele meetruimte is voorzien van materiaal dat radiogolven absorbeert. De bijbehorende programmatuur voor geautomatiseerd meten werd geconverteerd naar de nieuwe UNIX-omgeving.

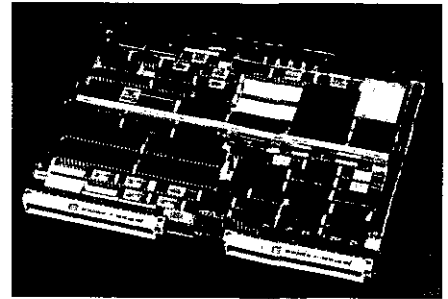
4.6 TECHNISCHE OUTILLAGE VOOR MECHANISCHE TECHNIEK

De techniek voor het vervaardigen van werkstukken uit met koolstofvezel versterkt materiaal werd verder ontwikkeld. Voor een windtunnelmodel voor dynamische metingen werden ingewikkeld gevormde onderdelen gefabriceerd die een zeer geringe wanddikte bezitten, gepaard aan een gering gewicht en een hoge stijfheid.

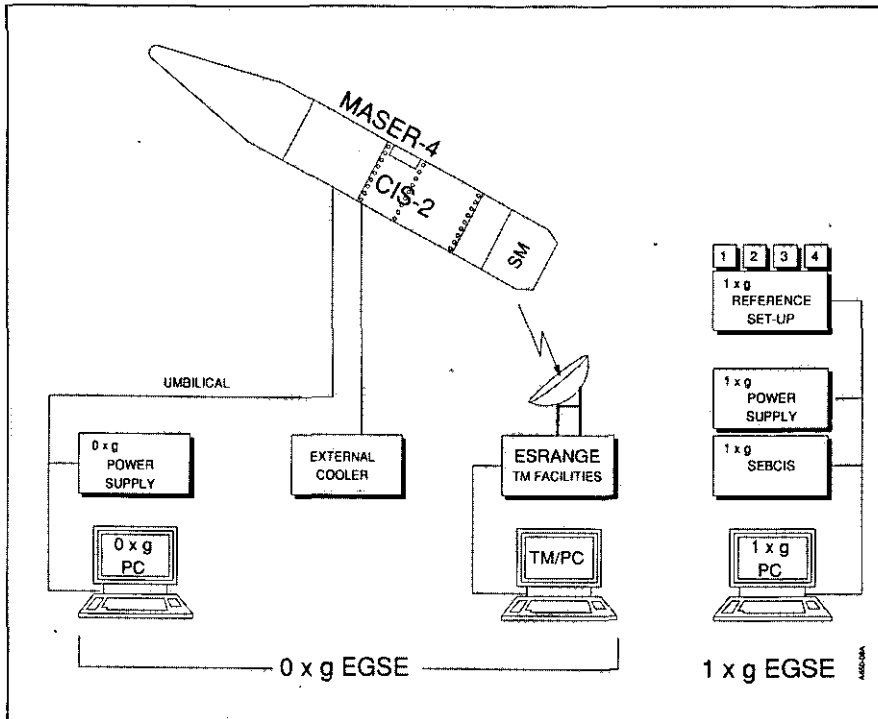
Het CAD/CAM-systeem bij de Technische Diensten, dat gebaseerd is op CATIA, werd volgens plan geïmplementeerd. Vier werkstations en een "server" werden geïnstalleerd, een aantal medewerkers ontving een gespecialiseerde opleiding, waarna het systeem in gebruik werd genomen.



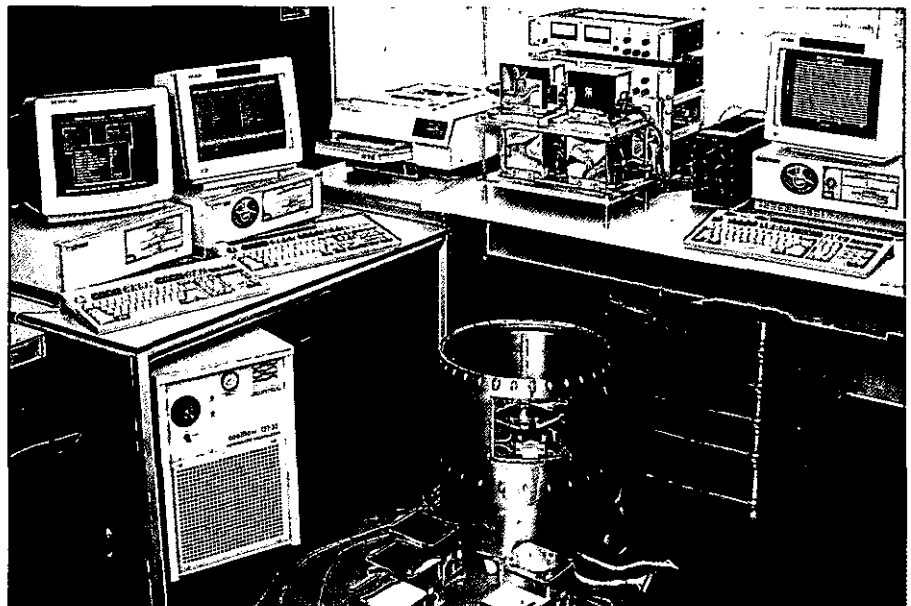
Encoder/compression unit (links) en decoder/decompression unit van het METEODIS-systeem te gebruiken bij het verspreiden van weerbeelden.



Een luchtwaardige VME-ARINC-kaart die zorgt voor de verbinding van de DLPU (Data Link Processor Unit) met avionica-systemen in het vliegtuig. Deze kaart is gespecificeerd door het NLR, ontwikkeld door het NLR in samenwerking met Chess Engineering en in een serie van twaalf bij het NLR vervaardigd.



Overzicht van het besturingssysteem voor CIS (Cells in Space)-2 en de configuratie van de experimentmodule. Van links naar rechts (op schema en foto) het 0-g grondstelsel voor de bediening van de module voor en na de vlucht, de telemetrie-opstelling en de 1-g referentie-opstelling. Op de foto op de voorgrond de experimentmodule en experimentboxen (foto: Fokker).



5 CAPITA SELECTA

5.1 HET VERNIEUWDE LABORATORIUM VOOR AËRO-AKOESTIEK EN VOORTSTUWINGS-AËRODYNAMICA

Het Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica van de afdeling AV, in de vestiging Noordoostpolder van het NLR, is gedeeltelijk vernieuwd. De drie compressoren werden vervangen door nieuwe, krachtiger exemplaren en er werden twee regeltafels geïnstalleerd. Tevens werd het regelsysteem voor de toevoer van samengeperste lucht vervangen, evenals de bekabeling van het meetsysteem en een gedeelte van het meetsysteem zelf. Het gebouw werd uitgebreid met een nieuwe meet- en regelkamer, een ruimte voor het monteren van modellen en enige kantoorruimte. Het NLR zal zo de vooraanstaande positie die het heeft verworven bij het onderzoek op het gebied van de aëro-akoestiek en de voortstuwingsaërodynamica verder kunnen uitbouwen en kunnen bijdragen aan het verminderen van de geluidsbelasting veroorzaakt door vliegtuigen.

De nieuwe compressoreenheid

De drie nieuwe centrifugaalcompressoren hebben een gezamenlijk vermogen van 720 kW. Dit grotere vermogen is nodig om in de ijkinstallatie een grotere luchtmassastroom bij een hoger Mach-getal op te wekken dan voorheen mogelijk was. Daardoor kunnen de omstandigheden waarbij de turbofan-modelmotoren in de windtunnels van het NLR en in de DNW zullen worden gebruikt, nauwkeurig worden nagebootst.

Het toerental van de compressoren wordt geregeld met behulp van Programmable Logic Controllers (PLC's). Aan elk van de regeltafels kan het gewenste toerental worden ingesteld, waarna de PLC de compressor automatisch op dat toerental brengt. Op de regeltafel worden de stroomsterkte en het toerental gepresenteerd, evenals de klephoek in de kleppenkast die zich vóór elke compressor bevindt.

Regelsysteem voor
samengeperste lucht

De turbofan-modelmotoren worden aangedreven door middel van samengeperste lucht, die via een 650 meter lange pijpleiding bij een druk van 110 bar geleverd wordt door een installatie bij de Duits-Nederlandse Windtunnel. Deze lucht wordt via een nieuw digitaal regelsysteem met grote nauwkeurigheid naar de ijkinstallatie gevoerd.

De turbofan-modelmotoren moeten worden geïkt bij verschillende toerentallen, tot 60.000 omw/min. Het toerental mag tijdens de ijking over niet meer dan 20 omw/min variëren en de instelnaauwkeurigheid bedraagt eveneens 20 omw/min.

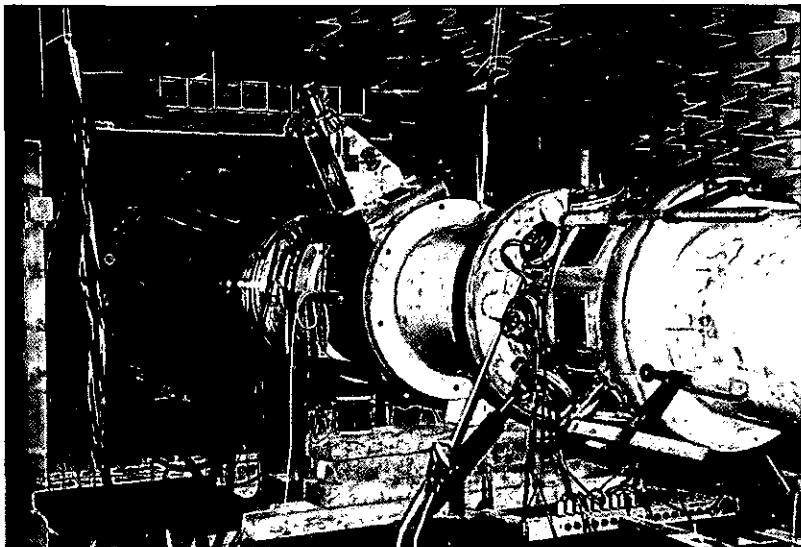
Het nieuwe regelsysteem bevat 40 parallelle venturi's die elk voorzien zijn van een magneetklep. De magneetkleppen worden bediend door een PLC. De doorstroomoppervlakken van elf van de venturi's vormen een binaire reeks: zij laten massastromen door van respectievelijk 0,5 g/s, 1,0 g/s, 2,0 g/s, ..., 256 g/s. Daarnaast zijn 22 venturi's geïnstalleerd die elk een massastroom van 256 g/s doorlaten en verder een binaire reeks van zeven correctieventuri's waarmee afwijkingen van de nominale waarden in de doorstroomoppervlakken van de venturi's kunnen worden gecompenseerd. Het regelsysteem maakt het mogelijk iedere gewenste massastroom in te stellen tussen 0,5 g/s en 6,0 kg/s, in 12.000 stappen van 0,5 g/s.

De vijf onderzoeksinstallaties

In het Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica zijn sinds 1975 vijf onderzoeksinstallaties gebouwd die gebruik maken van de centrale compressoreenheid: de Ijkinstallatie voor modelmotoren, de Mode-simulator, de Nagalmtunnel, de Branderinstallatie, en de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT).

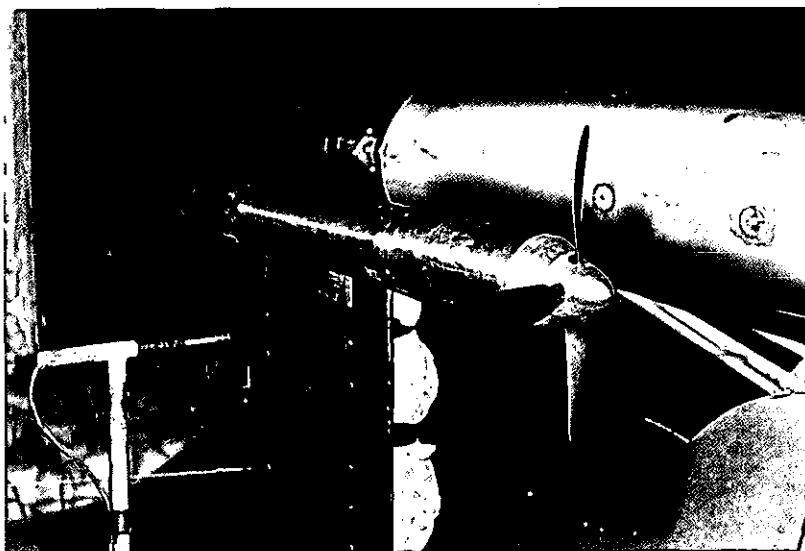
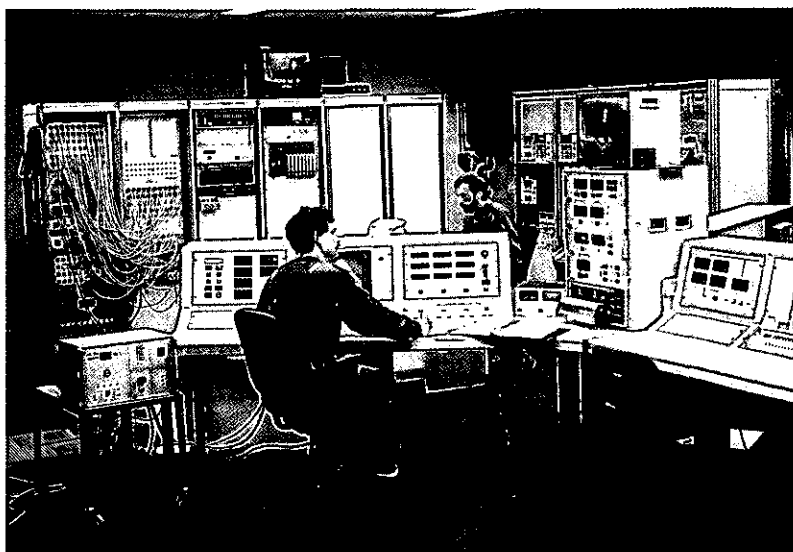
Ijkinstallatie voor
modelmotoren

Zowel in de hoge-snelheidswindtunnel HST als in de Duits-Nederlandse Windtunnel DNW wordt onderzoek verricht aan complete vliegtuigmodellen voorzien van turbofan-modelmotoren van het type TPS (Turbo-Powered Simulator). Om de stuwkracht van deze modelmotoren nauwkeurig te bepalen bij de inlaat- en uitlaatdrukken die heersen tijdens de windtunnelproeven, is in 1982 een ijkinstallatie gebouwd.



Onderzoek naar de invloed van akoestische bekleding van een stromingskanaal, uitgevoerd met de Mode-simulator. Stroomafwaarts en stroomopwaarts van twee beklede secties wordt het geluidsdrukveld bepaald.

De nieuwe meet- en regelkamer van het Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica.



Onderzoek in de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) naar diffractie van propellergeluid door een vliegtuigromp.

Deze bestaat uit een onderdruktank met een diameter van 3 meter, die aan de inlaatzijde voorzien is van een balanssysteem en die aan de uitlaatzijde via één van een reeks venturi's met verschillende doorstroomoppervlakken kan worden aangesloten op het centrale compressorsysteem. In het balanssysteem is een balg bevestigd waarin de te ijken TPS wordt opgehangen. Het balanssysteem is voorzien van compensatiebalgen die de krachten op de balans compenseren die optreden door de onderdruk in de tank. Met behulp van de venturi's aan de uitlaatzijde kan de massastroom door de TPS worden bepaald. De TPS-motoren worden aangedreven door samengeperste lucht, die via het nieuwe regelsysteem van de DNW wordt betrokken.

De uitlaat van de te ijken TPS mondt uit in de onderdruktank; de inlaat staat in verbinding met de atmosfeer. Het drukverschil tussen de inlaat en de uitlaat correspondeert met de stuwdruk van de stroming in de windtunnel; de omgevingsdruk van de tank correspondeert met de totale druk van de stroming in de windtunnel. Wanneer de drukken in beide situaties gelijk zijn, dan levert de TPS-motor bij hetzelfde toerental dezelfde stuwkracht. Met de nieuwe compressoreenheid bedraagt de luchtstroom door de ijk tank maximaal 14,5 kg/s bij Mach 0,45 en 5,0 kg/s bij Mach 0,92.

Mode-simulator

In 1980 is de Mode-simulator gebouwd, een installatie waarmee de voortplanting van geluidsgolven in een motorkanaal kan worden nagebootst, en waarmee de invloed van geluidsabsorberende bekledingen kan worden bestudeerd. De Mode-simulator bestaat uit een cilindrisch kanaal met een diameter van 400 mm, waarin op 18 plaatsen geluidsbronnen zijn gemonteerd. Het kanaal kan worden aangesloten op de centrale compressoreenheid, waarbij in het kanaal luchtsnelheden tot 100 m/s kunnen worden bereikt. Met behulp van de 18 geluidsbronnen kunnen de verschillende "modes" van de voortplanting van geluid in vliegtuigmotoren worden nagebootst. De Mode-simulator is opgesteld in een ruimte met geluidsabsorberende wanden. Het geproduceerde geluid kan met microfoons op de gewenste plaatsen in deze ruimte worden gemeten. De Mode-simulator is vooral geschikt voor het onderzoeken van maatregelen die het geluid van compressoren en turbines van vliegtuigmotoren bij start en landing beperken.

Nagalmtunnel

De Nagalmtunnel, speciaal gebouwd voor onderzoek aan geluidsabsorberende bekleding voor inlaten en uitlaten van straalmotoren, werd in 1977 in bedrijf gesteld. Deze installatie bestaat uit twee nagalmkamers verbonden door een kanaal dat is voorzien van een meetplaats.

De centrale compressoreenheid kan worden aangesloten op de tweede nagalmkamer. Via de eerste nagalmkamer kan dan buitenlucht worden aangezogen die via een contractie door de meetplaats en vervolgens via een diffusor naar de tweede nagalmkamer stroomt. Met een geluidsbron, geplaatst in één van de twee nagalmkamers, kan geluid van een gewenst niveau en een gewenste frequentie worden opgewekt. Het maximale geluidsniveau dat zo in de meetplaats kan worden bereikt bedraagt 155 dB. Twee zijwanden van de meetplaats, met oppervlakken van 800 mm x 150 mm, kunnen worden voorzien van de te onderzoeken geluidsabsorberende bekleding. Met de nieuwe compressoreenheid bedraagt de maximale luchtsnelheid in de meetplaats 250 m/s.

Branderinstallatie

Ook deze, in 1976 in gebruik genomen, installatie maakt gebruik van de centrale compressoreenheid. De branderinstallatie dient voor de thermische beproeving van turbinebladen. Een deel van de lucht die door de compressoreenheid wordt uitgeblazen dient daarbij als verbrandingslucht, een ander deel vormt een koude luchtstroom.

De verbrandingslucht stroomt in twee verbrandingskamers waarin kerosine wordt verbrand. De hete verbrandingsgassen stromen via een uitbrandkamer, een mengkamer en een uitstroomtuit langs de te onderzoeken turbinebladen. De maximale temperatuur bedraagt 1100°C en de maximale gassnelheid Mach 0,75. In de mengkamer kunnen verontreinigen worden geïnjecteerd die in de atmosfeer voorkomen. Pneumatisch kunnen de te onderzoeken turbinebladen beurtelings in de hete en in de koude gasstroom worden geplaatst. Met behulp van een stuurcomputer kunnen zo de omstandigheden die tijdens een werkelijke vlucht optreden, worden nagebootst.

Kleine Anechoïsche Tunnel

In 1975 werd de Kleine Anechoïsche Tunnel (KAT) geïnstalleerd. Deze windtunnel met open straal is speciaal ingericht voor onderzoek ter vermindering van het geluid van straalmotoren. In de KAT kan de invloed van geluidsbepalende maatregelen op de geluidsemisatie van een modelmotor gelijktijdig worden gemeten met de invloed op de prestaties.

De wanden, de vloer en het plafond van de meetruimte zijn bekleed met circa 15.000 geluidsabsorberende wiggen van polyether, zodat het geluid dat geproduceerd wordt door het model niet door de wanden wordt gereflecteerd. De meetruimte is daardoor anechoïsch voor geluidsfrequenties van boven circa 400 Hz. Een geluiddemper, geplaatst tussen de koeler en de contractietuit, voorkomt hinderlijke invloed van het geluid van de compressoreenheid. Ook de collector is bekleed met geluiddempend materiaal.

De maximale lichtsnelheid bedraagt 220 m/s wanneer een uitstroomtuit van 250 mm diameter wordt toegepast, 115 m/s bij een uitstroomtuit van 400 mm diameter en 75 m/s bij een uitstroomtuit van 500 mm diameter. Zowel vaste als traverserende microfoons zijn beschikbaar voor het meten van het geluid van de modelmotoren. Een uitwendige balans dient voor het meten van de stuwkracht van modelmotoren of de trekkracht van modelpropellers.

Met het vernieuwde Laboratorium voor Aëro-akoestiek en Voortstuwingsaërodynamica is het NLR in staat ook in de komende jaren bij te dragen aan de vermindering van de geluidshinder veroorzaakt door vliegtuigen.

5.2 ONDERZOEK VOOR HET SATELLIETNAVIGATIESYSTEEM NAVSTAR-GPS

Inleiding

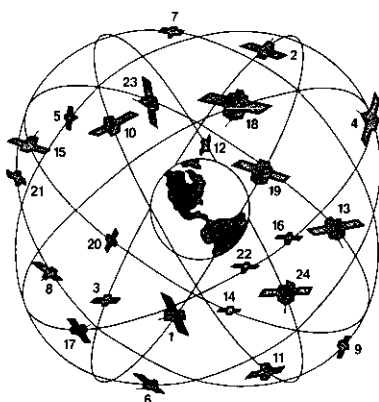
In 1973 is het "Department of Defense" van de Verenigde Staten begonnen met de ontwikkeling van het Navstar Global Positioning System (GPS). GPS is een navigatiesysteem dat gebruik maakt van satellieten voor zeer nauwkeurige bepaling van positie, snelheid en tijd op of nabij de aarde. Voor de ontwikkeling van dit systeem is door het Amerikaanse Ministerie van Defensie het Navstar GPS Joint Program Office (JPO) opgericht als organiserende instantie. In dit JPO, dat in Los Angeles, Californië, is gevestigd, zijn de volgende Amerikaanse instanties vertegenwoordigd: Air Force, Navy, Army, Marine Corps, Defense Mapping Agency, Department of Transportation, en voorts de Noord Atlantische Verdrags Organisatie (NAVO). De betrokkenheid van de NAVO bij het GPS-programma is in een "Memorandum of Understanding" geregeld; dit voorziet onder andere in de formatie van een NAVO-team binnen het GPS-JPO, bestaande uit vertegenwoordigers van de NAVO-landen die deelnemen aan het GPS-programma. Ofschoon het GPS is ontworpen als een militair systeem, zal het ook voor civiele doeleinden beschikbaar zijn, zij het met een lagere nauwkeurigheid.

Het GPS verkeert momenteel in de opbouwfase. Vanaf 1978 is een aantal satellieten in de ruimte gebracht voor testdoeleinden (vooral voor het testen van ontvangstapparatuur). In 1989 is een begin gemaakt met de lancering van de operationele satellieten. Hiervan waren er eind 1989 zes operationeel. De uiteindelijke constellatie zal bestaan uit 21 satellieten plus enkele operationele reservesatellieten om het minimum aantal van 21 te garanderen. Deze satellietconstellatie zal midden 1993 zijn voltooid.

Oorspronkelijk was gepland alle operationele satellieten met behulp van de Space Shuttle te lanceren. Na het ongeval met de Space Shuttle Challenger in januari 1986 is echter besloten af te zien van de Space Shuttle als lanceersysteem voor GPS en is voor een gemodificeerde versie van de Delta-raket gekozen.

Het NLR is bij het GPS-programma betrokken sinds de formatie van het NAVO-team in 1978. Drie NLR-medewerkers hebben achtereenvolgens in de periode 1978 tot heden deel uitgemaakt van het NAVO-GPS-team. De NLR-vertegenwoordiging werd onderbroken van 1985 tot 1988, toen een officier van de Koninklijke marine lid van dit team was. De intensieve betrokkenheid van het NLR met GPS heeft tot diverse opdrachten aan het NLR geleid, zowel van militaire zijde (NAVO, Ministerie van Defensie, Koninklijke luchtmacht en Koninklijke marine) als van civiele zijde (Rijks-luchtvaartdienst, European Space Agency). Deze opdrachten hadden o.a. betrekking op:

- de ontwikkeling van een computersimulatieprogramma (ANABASIS) voor de evaluatie van een nulsturende antenne;
- de deelname aan de NAVO GPS Technical Support Group en het NAVO GPS Steering Committee;
- studiecontracten;
- de deelname aan het Future Air Navigation Systems (FANS) comité van ICAO;
- de deelname aan een GPS Phase-In Steering Committee panel (USAF);
- de ontwikkeling en test van een nulsturende antenne voor marinetoepassing;
- vliegproeven met en evaluatie van een civiele GPS-ontvanger;
- vliegproeven met en evaluatie van een Amerikaanse nulsturende antenne;
- het programma voor het testen van "differential GPS approach";
- het testprogramma voor de integratie van GPS en INS;
- de ontwikkeling en beproefing van een geïntegreerd GPS-INS-TRN systeem (TRN staat voor Terrain Referenced Navigation, zie verder in dit hoofdstuk);
- de ontwikkeling van een simulatiepakket (PROMISE) voor parameterstudies van het Navsat-systeem van ESA;
- de studie naar harmonisatie van Navsat en Granas.



GPS-systeemconcept

Het GPS-systeem is opgebouwd uit drie segmenten: het eerste is het Space Segment, dat wordt gevormd door de satellieten; het tweede is het Control Segment, dat bestaat uit een aantal Monitorstations die zijn verspreid over de aarde en het Master Control Station in de Verenigde Staten voor regeling van de satellieten, en het derde is het User Segment, dat bestaat uit de ontvangapparatuur.

Een gebruiker van het GPS leidt zijn momentane positie af uit metingen van de afstanden tot vier of meer verschillende satellieten. De afstand tot elk van de satellieten wordt bepaald door de looptijd van een signaal dat door die satelliet wordt uitgezonden, te vermenigvuldigen met de lichtsnelheid. De looptijd wordt zeer nauwkeurig bepaald door de faseverschuiving te meten tussen een door de satelliet uitgezonden code en een in de ontvanger opgewekte identieke code. Het meetproces bestaat uit het verschuiven – in de tijd – van de in de ontvanger opgewekte code tot de maximale correlatie is bereikt met de ontvangen code.

In principe kan een gebruiker zijn driedimensionale positie bepalen door de afstanden te meten tot drie satellieten. Daarvoor is het noodzakelijk dat zijn tijdsinformatie van gelijkwaardige kwaliteit is en gesynchroniseerd is met de satelliettijd. Aangezien de satellieten met hoogwaardige maar kostbare atoomklokken zijn uitgerust ten behoeve van een stabiele tijdreferentie (er zijn twee Cesium- en twee Rubidium-klokken aan boord van elke satelliet), zou het voor een gebruiker een kostbare aangelegenheid zijn eenzelfde tijdstandaard te gebruiken.

Een eenvoudiger oplossing is de ontvanger te voorzien van een kwartskristaloscillator, en een extra afstand te meten om de tijdafwijking van de kwartsklok ten opzichte van de GPS-tijd te bepalen. Door de afstanden tot vier satellieten te meten bepaalt de gebruiker zo zijn positie op aarde, plus zijn hoogte en de GPS-tijd. Een gebruiker kan tevens zijn driedimensionale snelheid bepalen, door het meten van Doppler-verschuivingen in de signalen van vier satellieten.

Het GPS kent twee typen gebruikers: ten eerste de zogenaamde geautoriseerde gebruikers (voornamelijk militair), die over de grootste nauwkeurigheid kunnen beschikken via de zogenaamde Precise Positioning Service (PPS), en ten tweede alle overige gebruikers (onder andere burgerluchtvaart), die van de Standard Positioning Service (SPS) gebruikmaken. De SPS-nauwkeurigheid wordt door de Amerikaanse overheid met opzet verminderd tot het niveau vermeld in tabel 1.

Technische gegevens van de satelliet signalen

De signalen die continu door iedere satelliet worden uitgezonden zijn als volgt opgebouwd:

- primaire draaggolfrequentie (L1), 1575,42 MHz;
- coarse/acquisition (C/A)-code, 1,023 miljoen bits per seconde (Mbps);
- precision (P)-code, 10,23 Mbps;
- "data message", 50 bps;
- secundaire draaggolfrequentie (L2), 1227,6 MHz.

De P- en C/A-codes zijn opgebouwd uit ogenschijnlijk willekeurige opeenvolgingen van pulsen (chips genaamd), waarin echter toch een bepaalde regelmaat bestaat. Zij worden aangeduid als "pseudo-random noise" (PRN)-codes. Het zijn deze codes die worden gebruikt voor de afstandsmeting. Zowel de P- als de C/A-code zijn gemoduleerd met de 50 bps "data message", en beide aldus verkregen datastromen worden vervolgens orthogonaal gemoduleerd op de L1-draaggolf. De L2-draaggolf wordt met de C/A- of met de P-code plus data message gemoduleerd (in de praktijk met de P-code). Er worden twee frequenties gebruikt om ionosferische correcties mogelijk te maken. De satellieten zenden alle op dezelfde L1- en L2-frequenties uit, en worden alleen onderscheiden door hun unieke PRN-codes.

De 50 bps "data message" bevat de informatie die de ontvanger in staat stelt de satellietpositie te bepalen, benevens tijdcorrecties en informatie over de systeemstatus.

De PPS-gebruikers zullen alle bovenstaande signalen kunnen ontvangen; de SPS-gebruikers zullen niet alle signalen kunnen ontvangen of slechts kunnen beschikken over signalen met verminderde nauwkeurigheid.

Technische ontwikkelingen aan GPS bij het NLR

Vanaf 1978 zijn NLR-medewerkers gedetacheerd geweest bij het Navstar JPO in Los Angeles, steeds in een afdeling waarin de specificaties werden bepaald en de ontwikkeling werd begeleid van het zogeheten "user segment", in feite de Navstar-ontvanger plus -antenne. Reeds in 1978 was de ontwikkeling van de ontvanger zelf al ver gevorderd, zeker wat betreft het bepalen van de principes die het beste konden worden gebruikt bij de bouw van de vereiste "spread-spectrum"-ontvanger. Hoewel het spread-spectrum principe op zich zelf een redelijke bescherming tegen stoorsignalen geeft, werd al spoedig onderkend dat onder jamming-omstandigheden vaak een

speciaal antennesysteem nodig zou zijn om een voldoende bescherming tegen stoorzenders te verkrijgen. Met de ontwikkeling van zo'n antennesysteem, CRPA genaamd ("Controlled Radiation Pattern Antenna"), werd in 1978 begonnen. De eerste twee in Los Angeles gedetacheerde NLR-medewerkers werkten daaraan. Op grond van de daarbij opgedane ervaringen werd in 1981 een opdracht verworven van het Navstar Steering Committee voor de ontwikkeling van het computer-simulatieprogramma ANABASIS waarmee de toename van de nauwkeurigheid van het Navstar-navigatiesysteem gebruikt onder "jamming"-condities kon worden berekend voor diverse CRPA's. In de volgende jaren werd dit programma verscheidene malen uitgebreid, steeds in opdracht, en gedeeltelijk gevalideerd met meetgegevens verkregen van het V.K., waar inmiddels met een programma was begonnen voor de ontwikkeling van een CRPA voor GPS.

In 1984 besloot het NLR een eigen onderzoek te beginnen naar de mogelijkheid in Nederland een CRPA te ontwikkelen. Een laboratoriummodel werd vervaardigd waarmee de meest essentiële onderdelen konden worden beproefd. De CRPA-activiteiten hebben geleid tot een opdracht van de Koninklijke marine voor de ontwikkeling van een prototype, geschikt voor installatie op de Nederlandse fregatten. In samenwerking met het MEOB, het Marine Elektronisch en Optisch Bedrijf, dat de behuizing voor de antenne voor zijn rekening nam, is een prototype gebouwd.

GPS-testprogramma's en de rol van het NLR daarin

De ontvangstapparatuur die sinds 1978 onder toezicht van het GPS-JPO wordt ontwikkeld voor militaire gebruikers in de VS, heeft inmiddels de stadia van ontwerp, test en evaluatie doorlopen. In juni 1990 zal de Amerikaanse Defense Acquisition Board (DAB) beslissen over de definitieve productie van luchtwaardige militaire GPS-ontvangers. Deze beslissing wordt genomen aan de hand van de resultaten van technische en operationele beproevingen door diverse Amerikaanse militaire testorganisaties.

Ten einde een zo groot mogelijke database te verkrijgen voor deze vergadering van de DAB heeft het JPO de deelnemende NAVO-landen plus Australië uitgenodigd een bijdrage te leveren aan het GPS-testprogramma. Het JPO heeft de volgende redenen dit testprogramma internationaal uit te voeren:

- de deelnemende landen bieden unieke testlokaties;
- deze landen bieden in het algemeen een grotere flexibiliteit bij de uitvoering van tests;
- de kennis in de NAVO-landen betreffende het gebruik van GPS kan op deze wijze worden vergroot;
- het draagt bij tot het verkoopbaar maken van het GPS.

Landen die voor het JPO interessante voorstellen voor beproeving indienen, kunnen gedurende een jaar kosteloos de beschikking krijgen over militaire ontvangstapparatuur.

Het NLR heeft in dit kader enkele voorstellen voor beproeving ingediend, die zijn goedgekeurd door het JPO. Voor deze testprogramma's heeft het NLR per 1 april 1989 voor een jaar de beschikking gekregen over twee GPS high-dynamics airborne PPS-ontvangers, bijbehorende antennes en Control Display Units. Met deze apparatuur zijn, ten behoeve van verschillende opdrachtgevers, drie testprogramma's gedefinieerd.

Deze drie programma's worden hieronder kort beschreven.

Antenne-Invloed

De NAVO heeft het NLR een opdracht gegeven voor een onderzoek naar de prestaties van de CRPA en de invloed ervan op de GPS-ontvanger, op basis van de kennis en ervaring die het NLR had opgedaan bij de werkzaamheden op het gebied van CRPA's. In juni 1989 werd een testprogramma uitgevoerd met het Metro II-laboratoriumvliegtuig van het NLR. Hiertoe werd de Metro II uitgerust met twee GPS-ontvangers, waarvan er een was aangesloten op een antenne met een vast stralingspatroon (Fixed Radiation Pattern Antenna, FRPA), en de ander op een CRPA van Amerikaans fabrikaat. Het vliegtuig werd tijdens de vlucht door stoorzenders ("jammers") aangestraald en het gedrag van beide GPS-systemen met betrekking tot de initiële acquisitie van satelliet signalen, het volgen van de signalen en de re-acquisitie na signaalverlies werden gemeten en op magneetband vastgelegd.

Differential GPS approach tests

Het tweede testprogramma in opdracht van het JPO heeft betrekking op een nieuwe toepassing van het GPS, namelijk het gebruik als naderingssysteem. Hoewel de ontwerpcriteria voor het GPS deze toepassing niet bevatten, heeft het JPO in een later stadium onderkend dat de hoge PPS-nauwkeurigheden een vliegtuig de mogelijkheid verschaffen langs een vooraf bepaald pad een nadering voor landing te laten uitvoeren op een vliegveld dat niet beschikt over een elektronisch naderingssysteem.

Men onderscheidt twee typen instrumentnaderingsystemen:

- "non-precision"-naderingssystemen, die alleen informatie over de laterale deviatie ten opzichte van een aanvliegerichting leveren, en
- "precision"-naderingssystemen, waarbij informatie over zowel laterale als verticale deviaties wordt geleverd ten opzichte van het gewenste aanliegpad.

Precision-naderingssystemen zijn het Instrument Landing System (ILS) (de huidige ICAO-standaard), het Microwave Landing System (MLS) (de opvolger van het ILS), en voor militair gebruik de Ground Controlled Approach (GCA)-radar. Voor al deze systemen is kostbare grondapparatuur nodig, plus in het geval van ILS en MLS specifieke vliegtuigapparatuur. Het gebruik van GPS zou in principe tot een aanzienlijke besparing kunnen leiden en tevens de flexibiliteit in naderingspaden kunnen vergroten.

Er kleven echter enige problemen aan het gebruik van GPS als precision-naderingssysteem. De PPS-nauwkeurigheid voldoet, vooral in het verticale vlak, niet aan de eisen voor een precision-naderingssysteem (de horizontale SPS-nauwkeurigheid voldoet juist aan de eisen voor een non-precision systeem).

Een ander belangrijk bezwaar is dat de GPS-satellieten een hoge mate van autonomie bezitten, waardoor een fout in de satellietsignalen niet onmiddellijk kan worden gedetecteerd. Bij een ILS-installatie bijvoorbeeld, wordt geëist dat een vlieger automatisch binnen enkele seconden wordt gewaarschuwd indien bepaalde signaaltoleranties worden overschreden. Alhoewel deze "integrity monitoring" niet is opgenomen in de oorspronkelijke GPS-systeemspecificaties, is aan dit punt de laatste tijd veel aandacht besteed, met name vanuit de burgerluchtvaart in verband met de mogelijke toepassing als naderingssysteem.

Een van de mogelijkheden om de signaalintegriteit te verbeteren is het gebruik van een monitorstation op of nabij het vliegveld. Behalve als signaalmonitor kan zo'n station worden gebruikt om eventuele fouten in de satellietsignalen te detecteren en als correctiesignalen uit te zenden. Met behulp van deze correctiesignalen kan de nauwkeurigheid van de gegevens uit de GPS-ontvanger in een vliegtuig nabij het monitorstation belangrijk worden verbeterd. Dit concept wordt Differential GPS (DGPS) genoemd.

Voor het beproeven van het gebruik van PPS-ontvangers in de differential mode ten behoeve van het vliegen van "precision"-naderingen, is met het Metro II-laboratoriumvliegtuig een uitgebreid testprogramma uitgevoerd. In dit programma is vooral onderzocht hoe groot de nauwkeurigheid van de met GPS verkregen informatie is.

Het beproevingsprogramma werd uitgevoerd op de luchthaven Schiphol. Het grondstation, bestaande uit een GPS PPS-ontvanger en telemetriezender, werkte vanaf een lokatie waarvan de coördinaten goed bekend waren. In het vliegtuig was een GPS-ontvanger geplaatst die was aangesloten op het Onboard Computersysteem (OBC). De gewenste vliegbaan werd voor het begin van de test in de ontvanger ingevoerd, zodat de ontvanger deviatiesignalen kon leveren ten opzichte van deze baan, gebaseerd op de "stand alone" werking van de GPS-ontvanger. In het vliegtuig werden de correcties via telemetrie ontvangen van het grondstation. De deviatiesignalen van de GPS-ontvanger werden, samen met de correctiesignalen, in de Onboard Computer verwerkt tot laterale en verticale deviatiesignalen, die vervolgens op het Primary Flight Display van het Electronic Flight Instrument System (EFIS) werden getoond aan de vlieger. Alle naderingen werden met de hand gevlogen door een evaluatievlieger, dat wil zeggen zonder gebruik te maken van de autopilot, waarbij de safety-pilot de nadering volgde op zijn ILS-indicator.

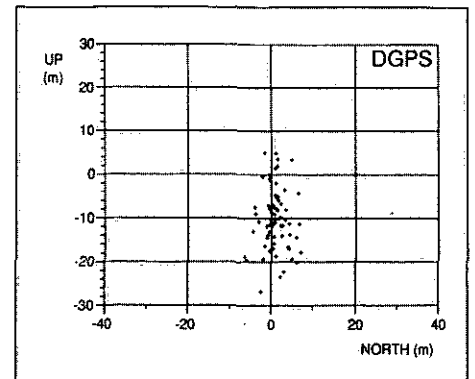
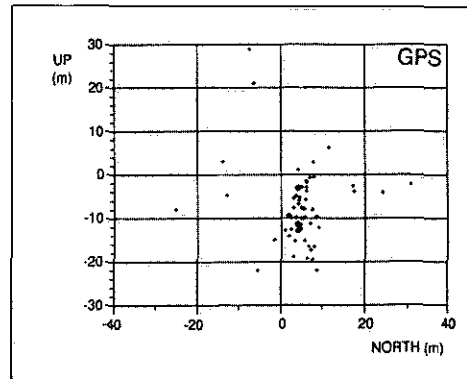
Voor de analyse na de vlucht is als positiereferentiesysteem het ALAND-systeem gebruikt dat door het NLR is ontwikkeld ten behoeve van de Autoland-proeven met de Fokker 100. Dit systeem bestaat uit een Inertial Navigation System (INS) gecombineerd met een in het vliegtuig gemonteerde, naar voren kijkende camera waarmee opnamen van de naderings- en baanverlichting worden genomen. Het ALAND-systeem levert nabij het landingspunt een positienauwkeurigheid in de orde van decimeters.

Aan het programma werd deelgenomen door vliegers van de KLu, de KM en het NLR. Een handicap tijdens de proeven was dat, door hun nog beperkte aantal, de satellieten tijdens de testperiode alleen 's nachts zichtbaar waren. Er zijn naderingen op alle vier instrumentbanen van Schiphol gevlogen.

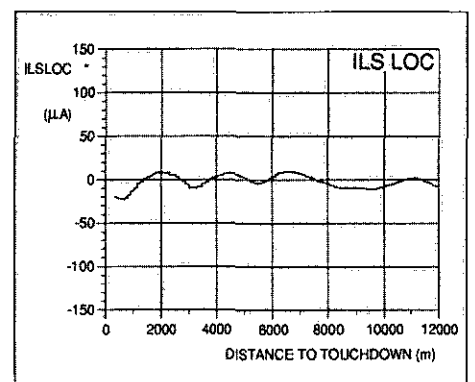
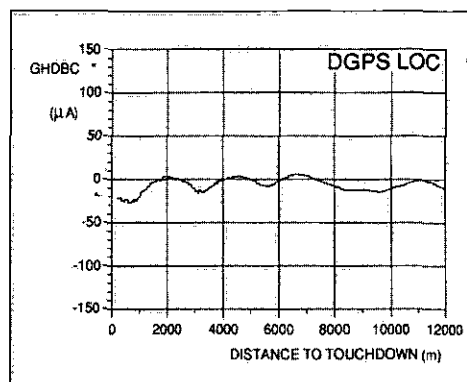
In het algemeen oordeelde men positief over de nauwkeurigheid van de nadering. De initiële nadering onderscheidde zich voor de vlieger niet van een ILS-nadering. Wel verminderde de bruikbaarheid van de stuurinformatie dichter bij de baandrempel, hetgeen vooral lijkt te worden veroorzaakt door een beperkte resolutie van enkele uitgangssignalen van de gebruikte GPS-ontvanger.

Aangetoond kon worden dat met DGPS een hoge nauwkeurigheid (enkele meters) kan worden bereikt in het horizontale vlak en een nauwkeurigheid van circa 10 m in verticale richting.

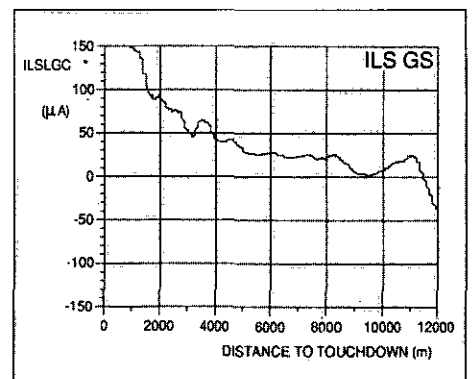
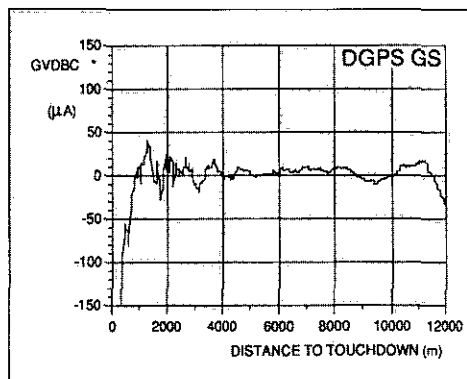
Afwijkingen in de positiebepaling ter plaatse van de baandrempel voor een groot aantal naderingsproeven. Differential GPS (DGPS) levert resultaten met een geringere spreiding dan GPS.



In het horizontale vlak leveren DGPS en ILS vrijwel identieke resultaten.



In de verticale richting wijken de aanwijzingen van DGPS af van die van ILS.



Integratie van GPS met IRS

Het derde testprogramma dat in opdracht van het JPO met de ter beschikking gestelde GPS-ontvangers wordt uitgevoerd, heeft betrekking op de integratie van de GPS-ontvanger met een Inertial Reference System (IRS). Een IRS bepaalt de positie en snelheid van een vliegtuig aan de hand van gemeten versnellingen en is daarmee dus geheel onafhankelijk van informatie van buitenaf. Het IRS en het GPS complementeren elkaar in verschillende opzichten:

- het IRS heeft een hoge korte-termijn-nauwkeurigheid, maar de positiefouten ervan nemen toe als functie van de tijd; GPS-fouten groeien daarentegen niet aan met de tijd;
- het GPS is afhankelijk van informatie van buitenaf (satellietsignalen) en kan daardoor gestoord worden; het IRS heeft deze afhankelijkheid niet;
- beide systemen zijn over de gehele wereld te gebruiken;
- door gebruik te maken van IRS-snelheidsinformatie kan een GPS-ontvanger satellietsignalen blijven ontvangen bij sterke storing, zodat de "tracking" van satellietsignalen wordt verbeterd;
- indien tijdelijk geen satellietsignalen kunnen worden ontvangen levert het IRS nog steeds een positie en zal de reacquisitie van satellieten worden bespoedigd;

- GPS kan worden gebruikt voor het schatten van de belangrijkste fouten in het IRS, waardoor de "driftrate" van het IRS kan worden verminderd.

Voor een optimaal gebruik van GPS en IRS moeten de informatiestromen van beide systemen op intelligente wijze worden gecombineerd. Een veel toegepaste methode hiervoor is de uitvoer van de systemen in een aparte missie- of navigatiecomputer met behulp van een Kalman-filter te combineren tot de meest nauwkeurige schatting van positie, snelheid e.d. Een probleem dat zich hierbij echter geregeld voordoet, is dat de missiecomputer reeds zwaar is belast met andere taken en geen ruimte meer biedt voor implementatie van zo'n Kalman-filter.

Het NLR heeft een systeem ontwikkeld waarmee de informatie van het GPS en van het IRS eerst in een in de GPS-ontvanger aanwezig Kalman-filter worden gemengd, waarna het resultaat aan de missiecomputer wordt aangeboden in de vorm van de normale IRS-uitvoer, maar met de nauwkeurigheden van een gecombineerd systeem. Deze integratie belast de missiecomputer niet, en wordt aangeduid als de "transparante" oplossing.

Voor de uit te voeren vliegproeven wordt de Metro II uitgerust met een van de beschikbaar gestelde GPS-systemen en een Ring Laser Gyro IRS dat het NLR eveneens in bruikleen heeft. De informatie-uitwisseling tussen beide systemen vindt plaats door middel van een (Mil.Std. 1553) bus waarvoor het NLR de buscontroller heeft ontwikkeld.

Doel van het onderzoek is:

- de integratiemethode te valideren;
- de verbetering in de prestaties van het geïntegreerde systeem aan te tonen ten opzichte van het stand-alone GPS en IRS;
- de verbetering te bepalen die ontstaat bij het "tracken" van de satelliet signalen van de GPS-ontvanger als gevolg van de integratie met IRS.

Er is een parcours bepaald dat vele malen zal worden gevlogen, waarbij verschillende externe condities, zoals jamming, zullen worden opgelegd. Het programma zal in het voorjaar van 1990 worden uitgevoerd.

In opdracht van het Ministerie van Defensie is het NLR een onderzoek begonnen naar mogelijkheden voor de ontwikkeling van robuuster navigatiesystemen, waarin informatie afkomstig van nog meer sensoren wordt gebruikt, met toepassing van een speciale processor. Het doel is, te komen tot navigatiesystemen die zowel een grotere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid bieden als de uitbreiding met functies zoals "Terrain Following" en "Terrain Avoidance" toelaten.

Het onderzoek spitst zich toe op het combineren van een systeem voor "Terrain Referenced Navigation" (TRN) met een GPS- en een IRS-systeem. Een TRN-systeem correleert met behulp van een speciale computer de door een radarhoogtemeter gemeten hoogten met de digitale hoogteprofielen die zijn opgeslagen in een terrein-database. Dit levert positie-informatie op die direct gerelateerd is aan het terrein waarboven men vliegt, een aanvulling op de informatie uit de GPS- en IRS-systemen. TRN levert additionele mogelijkheden voor navigatie tijdens laagvliegmissies, maar werkt minder goed boven vlak terrein en water en op grotere hoogte.

Vooruitzichten en conclusies

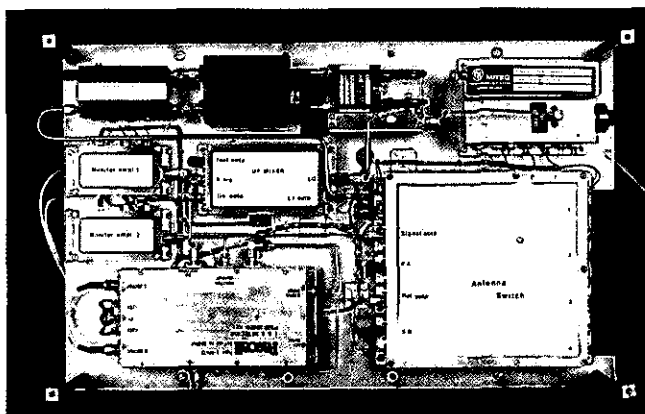
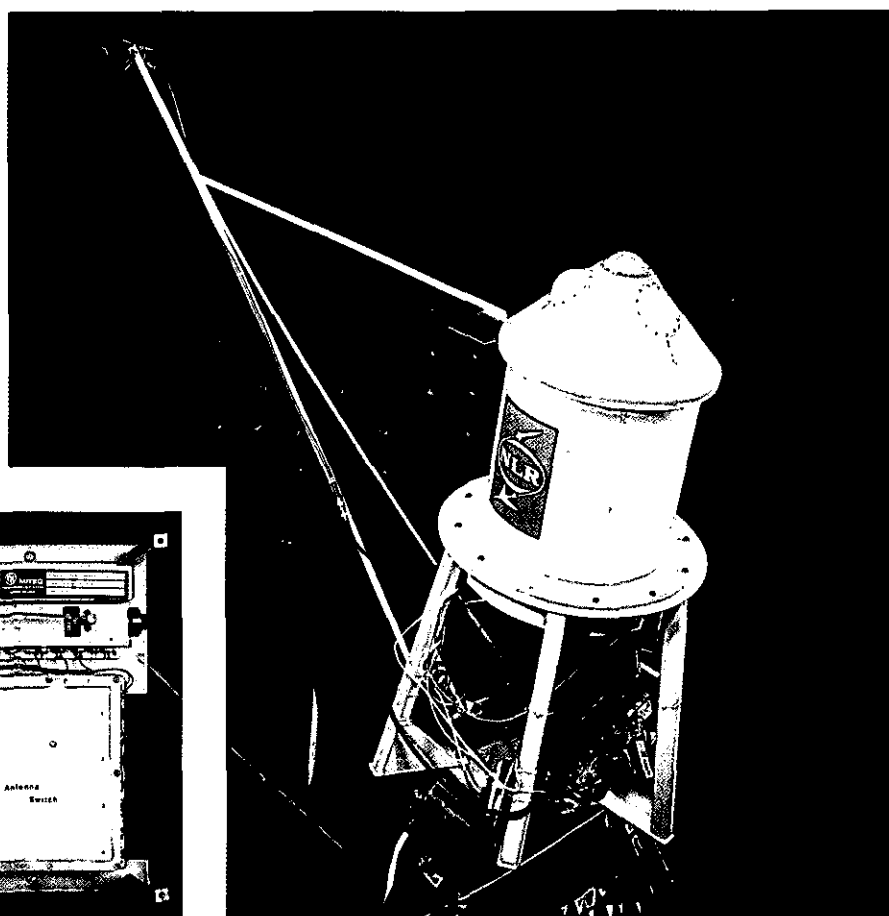
Na een wat aarzelend begin van de opbouw van het operationele GPS-systeem, voornamelijk veroorzaakt door het ongeluk met de Space Shuttle Challenger, zit er nu vaart in deze opbouw: binnen een tijdsbestek van 12 maanden werden zes operationele satellieten gelanceerd. In het begin van 1991 zullen er zoveel satellieten in banen om de aarde lopen dat vrijwel overal op aarde en op ieder tijdstip van de dag de positie kan worden bepaald in twee dimensies, waarvoor drie zichtbare satellieten nodig zijn. Een jaar later zal driedimensionale positie-informatie kunnen worden verkregen, terwijl begin 1993 alle 21 satellieten in een baan om de aarde zullen cirkelen, waardoor op de meeste plaatsen op aarde vijf tot zeven satellieten tegelijk zichtbaar zullen zijn. De in Tabel 1 gespecificeerde nauwkeurigheden zullen dan worden bereikt.

Nadat het GPS geheel operationeel is geworden, zullen de bestaande elektronische navigatiehulpmiddelen TRANSIT, Decca, TACAN, VOR en DME geleidelijk verdwijnen. De kosten voor het onderhouden van de vele honderden stations op de aarde die voor deze hulpmiddelen nodig zijn, zouden op den duur hoger zijn dan de kosten voor het instandhouden van een voldoende grote satellietconfiguratie.

Het ziet er naar uit dat er voor civiele toepassingen een gecombineerde ontvanger zal worden ontwikkeld voor het gebruik van het Amerikaanse Navstar GPS-systeem en zijn Sovjet-Russische tegenhanger GLONASS. De redundantie, die wordt bepaald door het aantal satellieten tot welke men zijn afstand kan bepalen, wordt dan bijzonder groot, en de bezwaren die sommige instanties



NAVSTAR-antenne gemonteerd op het METRO II-laboratoriumvliegtuig voor het uitvoeren van vliegproeven.



Een deel van de elektronica in de CPRA, waarin de signalen van vier antenne-elementen zodanig worden gecombineerd dat stoorsignalen worden geëlimineerd, zonder dat informatie over de positie van satellieten of stoorzenders behoeft te worden toegevoerd.

Prototype van een CPRA (Controlled Radiation Pattern Antenna), ontwikkeld in samenwerking met de Koninklijke marine, in een meetopstelling geplaatst in een ruimte voor onderzoek van elektromagnetische interferentie (EMI).

nu nog hebben tegen satellietnavigatie als "sole means of navigation system" zullen dan wellicht verdwijnen.

Bij de bovengeschetste ontwikkelingen is het NLR volop betrokken. Dit betreft het gehele traject: vanaf de invoering van het GPS-systeem, via de adaptieve antennes en ontvangers tot de gebruikerskant (civiel en militair). Het NLR participeert bijvoorbeeld in diverse meetcampagnes, doet al sinds 1985 zelf operationele ervaring op met een GPS-ontvanger bij vliegproeven, en stuurt actief mee aan de ontwikkelingen van adaptieve antennes (van groot belang voor militaire toepassingen). Ook in de komende jaren zal het NLR naar verwachting bij deze ontwikkelingen betrokken blijven. Dit betekent dat bij het NLR de ervaring met en kennis van deze geavanceerde technologieën verder zal worden opgebouwd, hetgeen van direct en toekomstig belang is niet alleen voor het NLR maar ook voor zijn opdrachtgevers.

GPS zal zeker een revolutie in navigatiemogelijkheden betekenen: over tien jaar zal GPS intensief gebruikt worden in de luchtvaart; bovendien is de kans groot dat men dan met een satellietnavigator in de auto rijdt.

Tabel 1 — Nauwkeurigheden van Navstar-GPS (95% waarschijnlijkheid) voor geautomatiseerde, voornamelijk militaire gebruikers (Precise Positioning Service, PPS) en voor de civiele luchtvaart (Standard Positioning Service, SPS)

	PPS	SPS
Horizontale positie (m)	18	100
Hoogte (m)	28	157
Snelheid (per as, m/s)	0,2	Niet gespecificeerd
Tijd (ns)*	180	385

* ns = nanosec (= 10^{-9} sec)

5.3 KENNISTECHNOLOGIE IN DE LUCHT- EN RUIMTEVAART

Inleiding

Aan het einde van de jaren '50 tekende zich een nieuw vakgebied af, namelijk dat van de kunstmatige intelligentie. Toentertijd verwachtten sommigen dat er rond het jaar 1990 intelligente stand-alone computersystemen zouden zijn ter vervanging van verschillende menselijke experts, bijvoorbeeld: automatische vertaalsystemen die de plaats zouden innemen van vertalers en tolken; systemen om gesproken woord om te zetten in getypte of gedrukte tekst en vice versa; schaakcomputers die schaakgrootmeesters zouden verslaan; expertsystemen om de werkzaamheden van medici, chemisch analisten, rechters, piloten en boordwerktuigkundigen over te nemen, e.d. Het is echter niet zover gekomen.

Aangezien niet alleen gebruik wordt gemaakt van de informatie van experts maar ook van algemenere kennis, is het begrip expertsysteem langzamerhand vervangen door het ruimere begrip kennissysteem. Door het onderzoek van de afgelopen twintig jaar is duidelijk geworden dat technieken uit de kennistechnologie goed geïntegreerd kunnen worden in bestaande informatiesystemen.

Evenals elders in de technisch-wetenschappelijke wereld worden bij het NLR kennistechnologie en de toepassingen ervan steeds belangrijker. Ook in de lucht- en ruimtevaart worden de problemen steeds complexer, wordt de tijd om ze op te lossen korter, en wordt het aantal deskundigen dat op het cruciale moment beschikbaar is steeds kleiner. Ook in de lucht- en ruimtevaart moeten problemen worden opgelost uitgaande van onzekere of onvolledige kennis. Bij het NLR bestaan inmiddels diverse toepassingen van kennistechnologie: bij het onderhoud van vliegtuigsystemen, bij robotoperaties, en in het algemeen bij beslissingsondersteuning en vergroting van de autonomie van systemen.

Kennistechnologie is een informaticadiscipline die zich kenmerkt door het expliciete onderscheid in enerzijds de gegevens, informatie en kennis over een probleemgebied en anderzijds de technieken om met deze gegevens, informatie en kennis te kunnen redeneren. Een kennissysteem is een informatiesysteem waarin dus over een probleemgebied niet alleen gegevens, informatie en kennis worden opgeslagen, maar ook, apart daarvan de technieken (redeneermechanismen) om daarmee iets te doen.

Bij gegevens moet worden gedacht aan data zonder samenhang. Met behulp van computersystemen kunnen deze worden opgeslagen in gegevensbestanden en bewerkt.

Informatie is een verzameling gegevens die zo gerangschikt, bewerkt of "veredeld" is dat deze voor een bepaalde doelgroep een boodschap overbrengt. Dit is een glijdende definitie: wat voor de één informatie is, blijft voor de ander een verzameling gegevens. Steeds vaker worden computersystemen gebruikt om de manipulaties van de gegevens uit te voeren die nodig zijn voor het verkrijgen van informatie (bijvoorbeeld het zichtbaar maken van informatie door visualisatie van betekenisvolle eenheden).

Met kennis kunnen gegevens worden veredeld tot informatie. Kennis houdt bekendheid in met gebeurtenissen, omstandigheden of procedures. Deze bekendheid kan verkregen zijn door ervaring, onderzoek, studie of oefening. Kennis wordt in een kennissysteem gerepresenteerd in een of meer bestanden op een wijze die afhangt van het soort kennis waarom het gaat.

Procedurele kennis (vuistregels, voorschriften, causale verbanden) kan goed worden gerepresenteerd in de vorm van produktieregels (als-, dan-), die bijvoorbeeld in diagnostische probleemgebieden kunnen worden toegepast.

Voor kennis over een object: eigenschappen, functies, of structuur is als representatievorm een "frame" meer geschikt. Ieder frame representeert dan een object met alle relevante eigenschappen ervan, die in zogenaamde slots worden weergegeven. De relaties tussen de objecten (bijvoorbeeld: is onderdeel van, is specialisatie van, is generalisatie van) kunnen worden gerepresenteerd met pijlen tussen de frames, die aangeven welke eigenschappen worden doorgegeven en hoe dit gebeurt. Op deze wijze kan een groot aantal objecten met hun eigenschappen en onderlinge relaties overzichtelijk worden weergegeven.

Bij het inzetten van kennissystemen voor het oplossen van problemen moet eerst het probleemgebied worden afgebakend. Allereerst moet de kennis van deskundigen zorgvuldig worden verworven, expliciet gemaakt en formeel gerangschikt. Dit geldt zowel voor de eisen die aan een te realiseren oplossing worden gesteld als voor de kennis die de deskundigen gebruiken bij het oplossen van het probleem. Pas daarna kan worden begonnen met het ontwerpen en realiseren van een kennissysteem waarin deze kennis wordt gerepresenteerd. Dat het verwerven, expliciet maken en structureren van expertkennis niet triviaal is, is al vaak gebleken. De kennisanalist moet hierin nauw samenwerken zowel met de experts uit de toepassingsdiscipline (bij de opdrachtgever) als met materiedeskundigen binnen het eigen bedrijf.

Nadat de structuur van de kennis van de deskundigen is bepaald, kan de juiste architectuur voor het kennissysteem worden gedefinieerd. Voor diverse architecturen en toepassingen zijn reeds ontwikkelsystemen voor kennissystemen ("expert system shells") beschikbaar, zodat de kennisrepresentatievormen en redeneermechanismen niet telkens opnieuw behoeven te worden ontwikkeld. Bij het NLR is voor beslissingsondersteuning (bijvoorbeeld voor diagnose) NEXT ("NLR Expert system Toolkit") ontwikkeld, waarin een gemengde vorm van kennisrepresentatie wordt toegepast: produktieregels en frames.

Vervolgens komen de overige stappen in de ontwikkeling van een systeem aan bod: ontwerp, implementatie en integratie. Deze stappen verschillen niet wezenlijk van de stappen die in de ontwikkeling van andere informatiesystemen worden onderscheiden en worden daarom hier niet verder beschreven. Voor de validatie van kennissystemen zijn de conventionele technieken echter niet toereikend.

Overigens is de hier geschetste ontwikkeling een ideale afspiegeling van de werkelijkheid. Niet alle kennis kan in een keer worden vergaard en niet alle kennis is volledig en correct. Daarom wordt voor complexere problemen deze fasering vaak een aantal malen doorlopen. Kenmerkend voor de ontwikkeling van kennissystemen is dat deze iteratieslagen van korte duur zijn, mede door de inzichtelijkheid van de gerepresenteerde kennis. Deze trend naar snelle gefaseerde iteratie is trouwens ook in conventionele technische software-ontwikkeling waarneembaar.

Kennistechnologie bij het NLR

Het NLR is in 1984 begonnen met het onderzoeken van de mogelijkheden van kennissystemen voor toepassingen in de lucht- en ruimtevaart. Al vrij snel bleek dat er toepassingsgebieden zijn waarin deze systemen een nuttige functie kunnen vervullen. Hieronder worden die gebieden en mogelijkheden beschreven, die te maken hebben met gebruiksaspecten van de lucht- en ruimtevaart.

Bij lucht- en ruimtevaarttoepassingen komt de vraag om toepassing van kennissystemen vooral voor in relatie tot het gebruik van vliegtuigen en andere technische systemen. De belangrijkste

toepassingsgebieden zijn momenteel het onderhoud van complexe technische systemen, planning en besturing, en "Command and Control".

Bij technische systemen worden de onderhoudbaarheid en de hiermee gepaard gaande kosten steeds belangrijker. Er wordt grote druk op de onderhoudsorganisatie uitgeoefend om een maximale beschikbaarheid van dergelijke systemen te waarborgen. Tegelijkertijd dienen de onderhoudskosten tot een minimum te worden beperkt.

Om twee redenen heeft het onderhoudspersoneel meer kennis en langduriger ervaring nodig. Ten eerste is de complexiteit van de systemen die onderhouden moeten worden in de loop van de jaren sterk toegenomen, zodat meer kennis moet worden verworven omtrent die systemen. Bovendien wordt die kennis multidisciplinair van karakter. Zo wordt in nieuwe motoren veel elektronica toegepast naast meer conventionele motortechnieken.

Ten tweede is ook de bedrijfszekerheid van de systemen toegenomen. Dit is op zichzelf heel positief, maar het onderhoudspersoneel heeft nu langduriger ervaring nodig, doordat het interval tussen het optreden van bepaalde klachten is toegenomen, zodat problemen minder snel worden herkend.

Een mogelijke ondersteuning bij de onderhoudswerkzaamheden is de inzet van kennissystemen voor conditiebewaking en diagnose. Daarom wordt wereldwijd gewerkt aan de ontwikkeling van dergelijke kennissystemen, zowel voor totale systemen als voor systeemcomponenten.

Op grond van ervaringen in eerdere experimenten hebben Fokker, KLM en NLR in 1988 besloten om gezamenlijk onderzoek op dit gebied uit te voeren. Het resulterende KADAM-project ("Knowledge-based Assistant for Diagnosis in Aircraft Maintenance") was een toepasbaarheidsonderzoek waarin NLR, KLM, Fokker en Martinair hebben samengewerkt om de geschiktheid aan te tonen van kennistechnologie bij het onderhoud van vliegtuigsystemen.

Als toepassing is gekozen voor één representatief vliegtuigstelsel, namelijk het airconditioning-systeem van de Fokker 100, dat duidelijke interfaces heeft met andere vliegtuigsystemen en bovendien zowel mechanische en elektr(on)ische als pneumatische aspecten kent. Het airconditioning-systeem wordt representatief geacht voor moderne niet-avionische systemen.

Een van de belangrijkste vraagstukken betrof het verwerven van kennis die een rol speelt bij het zoeken naar en het verhelpen van storingen. Twee belangrijke vormen van kennis die hierbij een rol spelen zijn ontwerpkennis van het systeem, in de praktijk resulterend in voorschriften voor foutzoeken, en praktijkkennis van onderhoudsexperts. Deze praktijkkennis wordt mondeling overgedragen aan minder ervaren collega's, en resulteert meestal niet in "feedback" naar de fabrikant, bijvoorbeeld ter verbetering van foutzoek-documentatie. Het werd niet uitgesloten geacht dat deze twee kennisverzamelingen discrepanties zouden vertonen of elkaar zouden kunnen aanvullen. Daarom is onderhoudsdocumentatie beschikbaar gesteld door Fokker en is Martinair bereid gevonden om praktijkinformatie ter beschikking te stellen.

De belangrijkste onderhoudsdocumentatie voor het KADAM-project betreffende de airconditioning van de Fokker 100 is het Fault Isolation/Maintenance Manual. Dit handboek, dat voor elk systeem is samengesteld in de ontwerpfase van de Fokker 100, bevat per subsysteem de schema's die na het optreden van een storing door de grondwerktuigkundige moeten worden doorlopen om tot een foutcode te komen. Bij de foutcode staan de handelingen vermeld die het onderhoudspersoneel moet uitvoeren om de klacht te verhelpen, en/of een verwijzing naar het Maintenance Manual waarin beschreven wordt welke onderhoudsactiviteiten moeten worden verricht, in welke volgorde en met welk materiaal.

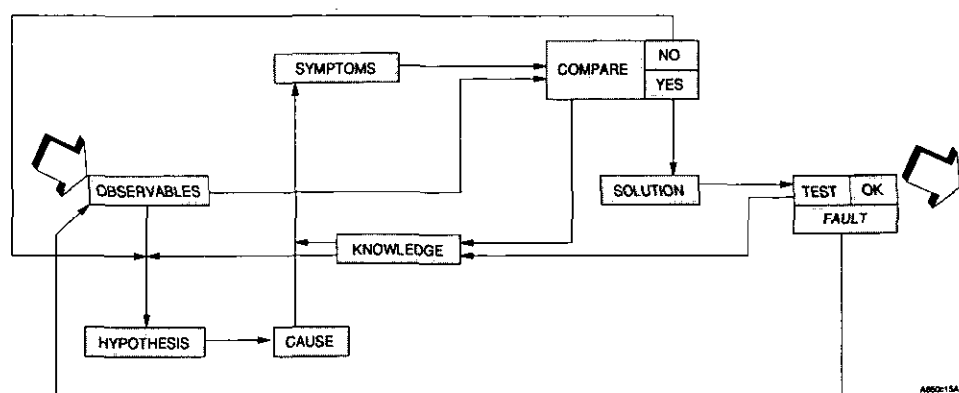
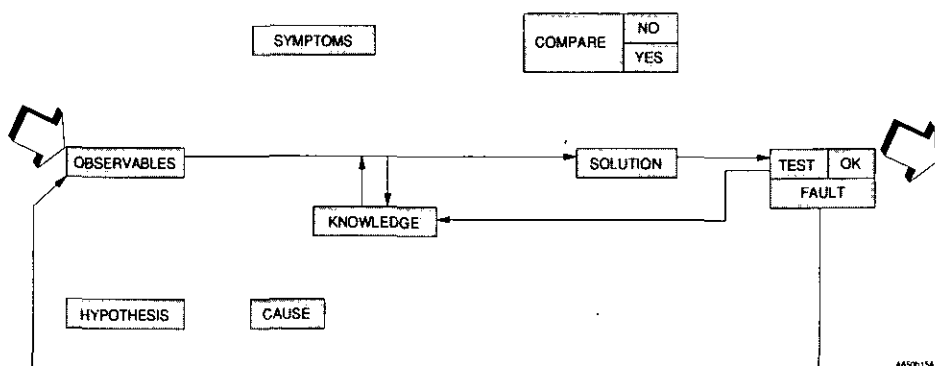
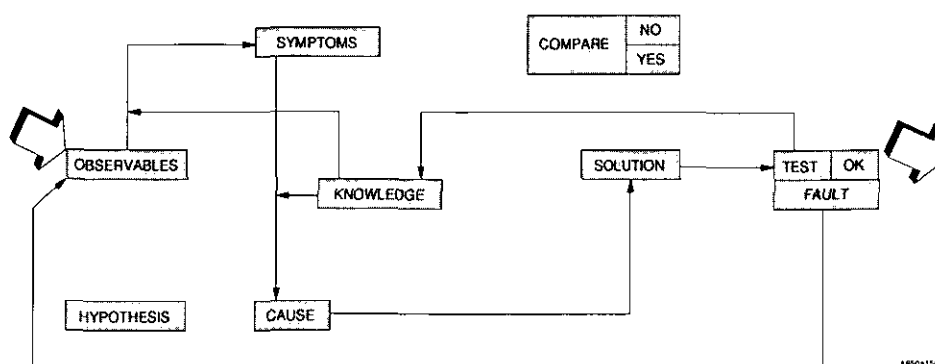
De bij Martinair verzamelde operationele informatie betrof ervaring met onderhoud aan het airconditioning-systeem van de Fokker F28 omdat er nog geen onderhoudshistorie bestond van de Fokker 100. Het systeem van de F28 is echter in vele opzichten vergelijkbaar met dat van de Fokker 100. Een projectmedewerker heeft twee maanden lang meegewerkt met onderhoudspersoneel op diverse plaatsen in het bedrijf. Ook heeft hij de gelegenheid gekregen de onderhoudshistorie van de Martinair-vliegtuigen te verzamelen en te analyseren. Dit heeft gedetailleerde informatie over klachtbeschrijvingen opgeleverd. Verdere analyse heeft geleerd dat het onderhoudspersoneel bij Martinair drie methoden hanteert voor het opsporen en verhelpen van klachten. Uit een vergelijkend onderzoek bleek dat de methoden die door onderhoudsexperts worden gehanteerd een bevestiging zijn van, en een aanvulling vormen op, de voorgeschreven diagnosemethode.

De verkregen kennis werd geïmplementeerd in een kennissysteem. De beschrijvende kennis over structuur en functie is gerepresenteerd in frames; de probleemoplossende kennis is geïmplementeerd in produktieregels. Als ontwikkelsysteem werd NEXT 2 gebruikt.

Eenzelfde aanpak is gehanteerd bij een onderzoek naar de haalbaarheid van ondersteuning van operators die de dagelijkse zorg hebben voor de instandhouding van het NLR-computernetwerk.

De voornaamste conclusie op basis van bovengenoemde projecten is dat de kennis die nodig is voor de ondersteuning van onderhoudspersoneel inderdaad zodanig kan worden verzameld en geïmplementeerd dat een bruikbaar systeem ontstaat.

Een tweede, niet minder belangrijke conclusie heeft niet zozeer betrekking op het kennissysteem als wel op de omgeving ervan. Het is gebleken dat het heel belangrijk is dat het systeemgedrag goed wordt vastgelegd voor zover het symptoom kan zijn van een klacht. Op dit moment gebeurt dit bij niet-avionische vliegtuigsystemen door de bemanning. Deze noteert de afwijking op een klachtenformulier en noteert eventueel aanvullende informatie. De mogelijkheid voor een correcte, snelle diagnose staat of valt met een goede klachtenbeschrijving. Ook hier liggen mogelijkheden om de bemanning te ondersteunen met een kennissysteem, in dit geval aan boord van het vliegtuig. Het zal duidelijk zijn dat zo'n systeem goede interfaces moet hebben met de aanwezige sensorsystemen en met de bemanning.



Drie methoden konden worden onderscheiden in de werkwijze van het onderhoudspersoneel bij het opsporen en verhelpen van klachten over het functioneren van de airconditioning.

Ook moet van elk complex systeem de onderhoudsinformatie zo geregistreerd en bewaard worden dat het onderhoudspersoneel er bij het behandelen van een klacht gemakkelijk toegang toe heeft. Hiermee kan bij moeilijke en/of herhaald optredende problemen de effectiviteit en de efficiëntie worden verhoogd. Bovendien kan op basis van deze informatie effectief onderhoudsmanagement bedreven worden, hetgeen weer bijdraagt aan rendementsverbetering.

Samenvattend hebben deze projecten aangetoond dat kennissystemen toepasbaar zijn bij het onderhoud van complexe technische systemen. Gebleken is dat zo mogelijk zowel ontwerp- als onderhoudskennis moet worden opgenomen. De inpasbaarheid van het kennissysteem in de infrastructuur voor informatievoorziening van de onderhoudsorganisatie is van cruciaal belang. Op deze manier kunnen effectiviteit en efficiëntie verhoogd worden, en daarmee de levensduurkosten verlaagd.

Het KADAM-project is slechts één van de NLR-projecten die worden uitgevoerd op onderhoudsgebied. Niet alleen bij KADAM, maar ook bij onderhoud van lichte helikopters en van de motoren van de F-16 blijkt dat registratie van onderhoudsgerelateerde informatie eerst goed moet zijn geregeld, voordat een kennissysteem als onderdeel van een groter informatieverwerkend geheel een nuttige functie kan vervullen.

Planning en besturing

Een ander gebied waar kennistechnologie toegepast kan worden is planning en besturing. Het betreft hier ten eerste planning en besturing waarmee robots op den duur zelfstandiger taken kunnen uitvoeren, bijvoorbeeld bij manipulatie van experimenten in de ruimte. Verder kan worden gedacht aan de modellering van de besturing van een robotarm op afstand, door een ervaren menselijke uitvoerder van die taak. Ook de taken die een Air Traffic Controller uitvoert bij het plannen en besturen van vliegverkeer komen in aanmerking. Een heel andere toepassing, die wel stoelt op dezelfde principes, is het plannen van taken in een project en de toewijziging van mensen en middelen.

Met eenvoudige vormen van planning en besturing wordt momenteel ervaring opgedaan. Dat wil zeggen dat geprobeerd wordt problemen op te lossen waarvan de omstandigheden in de tijd niet al te veel veranderen. Omdat de werkelijkheid om ons heen meestal dynamisch van karakter is, wat in de praktijk juist het plannen en besturen moeilijk maakt, wordt intussen ook onderzoek gedaan naar redeneren in dat soort situaties. Daarop wordt hieronder nog teruggekomen.

Command en Control

Een toepassingsgebied dat qua methoden en technieken nauw aan planning en besturing is gerelateerd, is het gebied dat wordt aangeduid met "Command and Control". Het NLR heeft veel ervaring met beslissingsondersteuning bij missievoorbereiding. Kennistechnologie kan een nuttige aanvulling betekenen op bestaande technieken bij het bepalen van de samenstelling van de vliegtuigsystemen waarmee gevlogen gaat worden, of bij de beoordeling van de inzetbaarheid van bepaalde systemen. Ook hier speelt het dynamische karakter van de omgeving waarin gevlogen moet worden een belangrijke rol.

Multi-sensor data fusion

Noodzakelijk voor alle drie toepassingsgebieden die hierboven zijn genoemd, is het verkrijgen en bewerken van informatie over de toestand van de betrokken systemen en hun omgeving. Deze informatie kan onder meer worden vergaard en bewerkt met behulp van sensorsystemen. In aanvulling op bestaande methoden en technieken wordt nu de toepassing van kennissystemen onderzocht ter ondersteuning van dit proces, vooral wanneer gegevens worden verzameld met behulp van meer dan één (type) sensor, op verschillende tijdstippen en/of verschillende plaatsen. Als de gegevens afkomstig van die sensoren op een goede manier met elkaar gecombineerd worden, ontstaat in veel gevallen een duidelijker beeld van de situatie dan wanneer men aangewezen is op één sensor. Als de sensoren allemaal goed werken zijn de huidige technieken toereikend. Maar als een van de sensoren niet goed functioneert vanwege een storing of door andere oorzaken (zoals bijvoorbeeld slechte propagatiecondities door weersomstandigheden), dan kan het zijn dat er tegenstrijdigheden voorkomen in de gegevens of dat slechts een onvolledige verzameling gegevens kan worden vergaard. In die gevallen moet er worden geredeneerd over de omstandigheden en over de eigenschappen van de sensorsystemen om te bepalen wat de werkelijke of de meest waarschijnlijke situatie is. Deze situatie kan zich aan boord van een vliegtuig of ruimtevoertuig voordoen indien bij het optreden van een storing gegevens moeten worden verzameld, om te kunnen bepalen wat er aan de hand is om daarna efficiënt de storing te kunnen verhelpen, ter plaatse of op de grond.

Ook kan de situatie zich voordoen dat sensorsystemen waarnemingen doen vanaf verschillende standpunten en/of tijdstippen. De gegevens kunnen dan op een juiste manier met elkaar in

verband worden gebracht zodat een coherent beeld ontstaat. Dit komt bijvoorbeeld voor bij het traceren van de banen van vliegtuigen met behulp van radars die op verschillende plaatsen staan.

Het gebruik van kennistechnologie lijkt vooral nuttig in gevallen waarin men moet redeneren met onzekere, onvolledige of inexacte informatie. Het NLR neemt deel in internationale projecten die gericht zijn op het ontwerpen en implementeren van een hulpmiddel waarmee systemen kunnen worden gemaakt voor planning en besturing van continue systemen op basis van zulke onzekere en onvolledige informatie.

Voor het NLR en zijn opdrachtgevers zijn de onderhoudsproblematiek, de planning en besturings-toepassingen en de Command- en Control-systemen belangrijke toepassingsgebieden.

Hulpmiddelen bij het NLR

Voor het ontwikkelen van kennissystemen zijn verschillende typen hulpmiddelen nodig, bijvoorbeeld voor het ondersteunen van de kennisverwerking en voor het implementeren. In deze laatste categorie vallen ontwikkelomgevingen voor kennissystemen.

Het NLR heeft een eigen ontwikkelomgeving voor kennissystemen gebouwd, NEXT geheten, waarmee toepassingen voor opdrachtgevers op maat kunnen worden gemaakt. Veel contacten zijn daartoe gelegd met binnen- en buitenlandse bedrijven en instellingen. Sinds 1986 wordt NEXT gebruikt voor en door verschillende opdrachtgevers (KLu, NIVR, Fokker, KLM, KMA, APT) in een aantal toepassingsgebieden, vooral voor interpretatie, diagnostiek, voorspelling en selectie, en voor eenvoudige plannings- en ontwerpwerkzaamheden.

Van NEXT zijn in de afgelopen jaren twee versies ontwikkeld: NEXT 1 en NEXT 2. Tot nu toe is in de meeste projecten NEXT 1 toegepast. Het is beschikbaar op de CYBER (onder NOS/VE en NOS) en op de VAX (onder VMS). In beide versies is het deel waarmee de kennisanalist de kennis van de expert in het systeem kan invoeren en controleren, NEXTEDT geheten, in grote lijnen hetzelfde. Het deel waarmee de eindgebruiker het kennissysteem kan raadplegen, NEXTCON, is in NEXT 2 echter aanzienlijk krachtiger en veelzijdiger.

NEXTEDT bevat componenten voor de communicatie met de kennisanalist, voor het editen en op syntax controleren van de ingevoerde kennis voor iedere vorm van kennisrepresentatie apart, voor het controleren van de kennisbank op een aantal statische en dynamische correctheidscriteria, en voor het laden en opslaan van de kennisbank. Het implementeren van het kennissysteem geschiedt dus met behulp van NEXTEDT.

Het consultatiegedeelte, NEXTCON, bestaat in NEXT 1 uit een inferentie- plus besturingsmechanisme, voorzien van een geordende doelenlijst, waarmee voorwaarts en achterwaarts kan worden geredeneerd. Voorts heeft NEXT een kennisrepresentatiemechanisme gebaseerd op een context-boom en produktieregels, een mechanisme voor het redeneren met onzekere of onvolledige kennis, een uitlegfaciliteit voor het desgewenst citeren van de toegepaste regels, en een gebruikersinterface voor de communicatie met de gebruiker.

In de NEXT 2-versie, waarvan de ontwikkeling in 1988 is begonnen, zijn in het consultatiegedeelte het inferentie- en het besturingsmechanisme duidelijk gescheiden. Daardoor kan de gerepresenteerde kennis explicieter, dus beter, worden gemanipuleerd. Bovendien bevat NEXT 2 een hybride vorm van kennisrepresentatie, namelijk met frames voor het representeren van de declaratieve kennis en met produktieregels voor het representeren van de procedurele kennis. Hiermee kan vooral voor grotere toepassingen de kennis beter worden gestructureerd, waardoor een kortere ontwikkeltijd en een betere onderhoudbaarheid van het kennissysteem wordt bereikt. Dit alles heeft bovendien een bredere toepasbaarheid van het kennissysteem tot gevolg.

Door te werken met frames voor de beschrijving van objecten met hun eigenschappen kan de kennisanalist in NEXT 2 veelzijdiger en trefzekerder kennis invoeren. In principe kan deze met een frame een abstractie definiëren ("een vliegtuig") met de aanduiding welke eigenschappen van belang zijn ("kleur", "grootte", "aantal motoren"). Dan kan in het kennissysteem later met specifieke exemplaren worden gewerkt met de werkelijke waarden van de eigenschappen (rood, enz.). De eerstgenoemde categorie heet het definitieframe; de frames over de werkelijke objecten heten instantiatieframes. Voor een verzameling objecten behorende tot één klasse kan in NEXT op deze wijze één definitieframe worden gecreëerd met een reeks instantiatieframes, zodat meer dan één werkelijk object gelijktijdig kan worden gerepresenteerd. Dit maakt het mogelijk over meer gelijksoortige objecten te redeneren en ze met elkaar te vergelijken.

De frames kunnen op twee manieren worden gestructureerd: als groepen van samenhangende objecten die samen een configuratie vormen, of als hiërarchieën uit de werkelijke wereld die samen een "taxonomie" vormen (zoals bijvoorbeeld de hiërarchie uit de dierenwereld). Dit alles maakt het gebruik van frames zeer overzichtelijk, vooral waar het het doorgeven van eigenschappen betreft.

NEXT 2 bevat een agendamechanisme voor de interne administratie van de doelen die worden nagestreefd, de acties die moeten worden uitgevoerd, en de feiten die zijn verkregen en moeten worden verwerkt. Dit alles wordt, gesorteerd op prioriteit, bijgehouden op een lijst die te allen tijde zichtbaar is voor de gebruiker en toegankelijk voor het besturingsmechanisme.

Genoemde eigenschappen maken NEXT 1 en in sterkere mate NEXT 2 zeer geschikt voor de ontwikkeling van kennissystemen voor interactief gebruik ten behoeve van diverse vormen van beslissingsondersteuning.

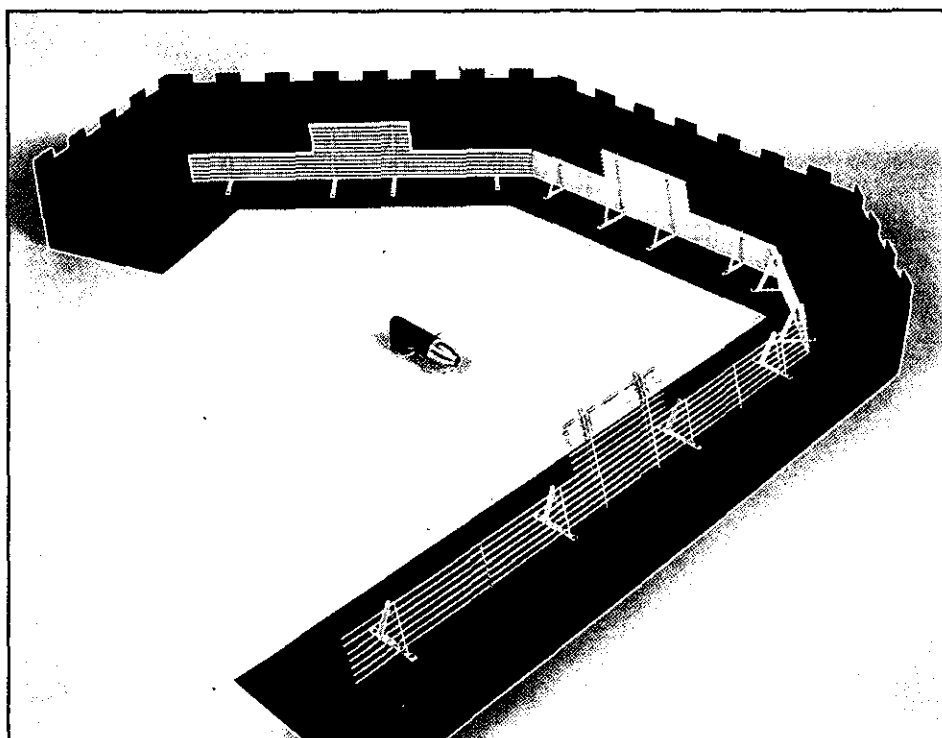
Conclusies

Kennistechnologie vult op diverse gebieden de bestaande methoden en technieken aan. Daar waar het toepassen van kennistechnologie voordelen biedt, zal het NLR daarvan in toenemende mate gebruik maken. De ervaringen tot nu toe leren dat de systemen die in de praktijk nuttig blijken te zijn, veelal een combinatie zijn van algoritmische componenten, databases en kennistechnologie.

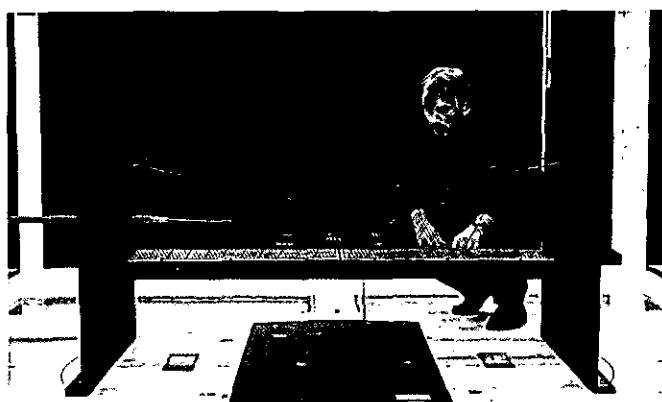
Verwacht mag worden dat een verdergaande integratie van mensen en machines zal plaatsvinden, waarin de sterke kanten van beide optimaal zullen moeten worden benut. Hiervoor is hoogwaardige kennis nodig van de taken die moeten worden vervuld door de combinatie van mens en machine. Voor de toepassingen in de lucht- en ruimtevaart heeft het NLR door zijn multidisciplinaire aanpak en door zijn korte verbindingslijnen naar ontwerpers, gebruikers en autoriteiten, goede troeven in handen.



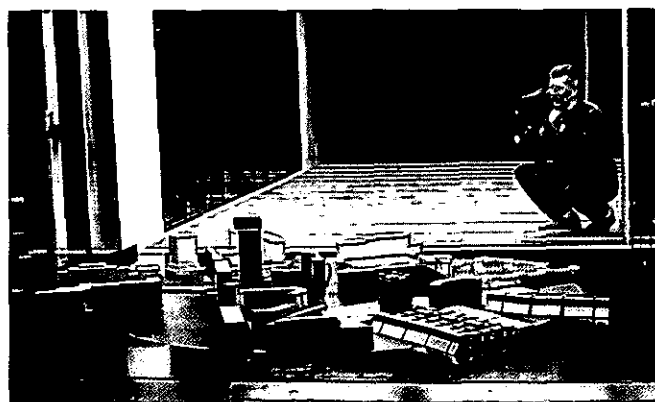
Model van een verkeersportaal bij Geldermalsen, in de LST voor onderzoek naar de invloed van windbelasting.



Model van een proefdraaipiats voor vliegtuigen, met nagebootste uitlaatstrooming.



Model van de verkeersbrug over het Veerse Gat.



Onderzoek naar windhinder voor de Willemsspoortunnel te Rotterdam.

6 BIBLIOTHEEK EN DOCUMENTATIE

Het aantal literatuuraanvragen in 1989 bedroeg 20.826 (13.306), hetgeen betekent dat per werkdag gemiddeld 95 (60) aanvragen behandeld werden. Ter vergelijking zijn tussen haakjes de aantallen van 1988 vermeld.

De aanvragen zijn te onderscheiden in:

Leenaanvragen als gevolg van attendering in de aanwinstenlijst van het NLR

– voor periodieken	5763 (–)
– voor rapporten, boeken en congresverslagen	4574 (1938)

10337 (1938)

Aanvragen voor kopieën van lezingen en
tijdschriftartikelen genoemd in de aanwinstenlijst

1448 (1147)

11785 (3085)

Overige literatuuraanvragen

– van NLR-medewerkers	6569 (6795)
– van andere bibliotheken in Nederland	2472 (3426)

9041 (10221)

Totaal 20826 (13306)

Door het NLR werden 1731 (1462) literatuuraanvragen bij andere bibliotheken ingediend.

Eind 1989 bedroeg het aantal lopende abonnementen op periodieken 771 (677).

In totaal werden 10626 ontvangen afleveringen alsmede 60 jaarverslagen geregistreerd en opgenomen in de aanwinstenlijsten. Verder registreerde de bibliotheek 265 (250) abonnementen op aanvullingen van losbladige uitgaven en de contributies van 105 (95) NLR-lidmaatschappen.

In het verslagjaar werden 4225 (1848) nieuwe boeken, rapporten e.d. alsmede 2622 (1961) tijdschriftartikelen en lezingen onder de aandacht van de NLR-medewerkers gebracht.

Het gegevensbestand (de geautomatiseerde bibliotheekcatalogus) groeide door het opnemen van 2596 (3138) nieuwe of gewijzigde "records" tot 60204 "records".

Een tweetal congressenlijsten werd verzorgd. De aankondigingen daarin zijn onderverdeeld in 36 rubrieken. In totaal werd geattendeerd op ruim 1400 congressen, conferenties, cursussen e.d., die in 1989 en 1990, 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 1989 hebben 28 instellingen en bedrijven hun rapporten e.d., al dan niet op aanvraag, toegezonden aan het NLR in zijn functie van NASA Nationaal Centrum (NNC). Door het NLR/NNC zijn deze rapporten verzonden aan ESA-IRS (Frascati) ter opname in het NASA-STAR literatuurbestand. Dit betrof in totaal 830 rapporten en proefschriften, waaronder 11 NLR-rapporten. Van deze rapporten en van de rapporten die in 1988 waren opgestuurd, zijn er in 1989 in het NASA-STAR-literatuurbestand 502 opgenomen, inclusief 80 NLR-rapporten. Uit een analyse van de literatuur van Nederlandse herkomst die aanwezig is in het NASA-STAR-literatuurbestand, blijkt dat 72% van de in 1989 opgenomen Nederlandse publikaties 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-bestand terecht.

In 1989 zijn door het NNC 228 rapporten e.d. via de BTUD naar NTIS gestuurd. Omgekeerd komt een deel (43% in 1989) van de in de NASA-STAR aanwezige Nederlandse publikaties door deze uitwisseling in het NTIS-bestand terecht. Door deze tweesporige toelevering vervult het NNC tevens een actieve rol (bijdrage ruim 50%) bij de opname van Nederlandse "grijze" literatuur in NTIS.

Op verzoek van NLR-medewerkers wordt regelmatig literatuuronderzoek uitgevoerd via 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 1989 bedroeg het aantal zoekuren 413.

Via EMITS, het tenderinformatiebestand van ESA, werden belanghebbenden elke veertien dagen op de hoogte gehouden van nieuwe ESA-tenders.

7 EXTERNE EN INTERNE BETREKKINGEN

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.

Van de vele bezoekers worden hier enkele genoemd:

Binnenlandse bezoekers

- De heer C. van Rein, van het Commissariaat Militaire Produktie van het Ministerie van Economische Zaken;
- Drs. R. den Besten, directeur van de NV Luchthaven Schiphol;
- Europarlementariërs van het CDA, op bezoek bij het CDA-bestuur Flevoland;
- De heer D. Laroy, directeur van HSA;
- Commodore H.A. Kamman en Kol. H.L.A. Duivelshof, van de Defensiestaf;
- Dr. E. van Spiegel en dr. P.A.J. Tindemans, van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen;
- Drs. E. van Thijn, burgemeester van Amsterdam;
- Drs. Th.J. van Heesch, drs. J.P.C. van Kooten en ir. F.W. Versfelt, van het Ministerie van Economische Zaken;
- Mr. R.W.A. Zweerts en Lt.Kol.ir. W.J. Kauw, van het Ministerie van Defensie;
- De heer W.A.M. Klück, ir. J.M. Dibbets en drs. J.J. Roos, leden van de directie van de NIID (Stichting Nederlandse Industriële Inschakeling Defensieopdrachten);
- De heren dr. H.M. Fijnaut, prof.dr.ir. H. Tennekes en dr. A.G.M. Driedonks, directieleden van het KNMI;
- Ir. M. Kuilman en de heer E.J. Nederkoorn, leden van de Raad van Bestuur van de N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker, en ir. M. van der Veen, President van Fokker Aircraft;
- Wethouder M. van der Vlis van Amsterdam met enkele van zijn medewerkers;
- Cdr. J.W. Stuurman, vlagofficier der Marine Luchtvaartdienst vergezeld door KTZ J.P.W. Vorenkamp, KTZ N.A.H. Ostendorp en KTZ W.J. Eiff.

Buitenlandse bezoekers

- Leden van de "Scientific Diplomats Group" van de buitenlandse ambassades in Nederland;
- Dr. P.J. Lavakare, plv. Directeur Generaal van het "Ministry of Science and Technology" van India;
- Lt.Col. F.T. Gilliam, dr. Don Daniel en dr. Kinsey van de U.S. Air Force, Europe Office;
- Dr. H. Kanai, Executive Vice President van NEC en leider van de "Information Processing Group";
- Dr. Pao Sun Lu, Directeur Generaal van het Far East Trade Office;
- Prof. Wiranto Arismuandar, rector van het Instituut Teknologi, Bandung, Indonesia;
- Prof. Koichi Oshima, directeur van de Systems Research Division van het Institute of Space and Astronautical Science in Japan;
- Een delegatie van het Army Space Technology Research Office van de U.S. Air Force (ASTRO);
- Prof.dr.ing. B.J. Habibie, Minister van Research and Technology van Indonesië;
- De heer F. Bourbon van het NATO Maintenance and Supply Agency uit Luxemburg met medewerkers;
- Medewerkers van het onderzoeksinstituut CIRA (Centro Italiano Richerche Aerospaziale) uit Italië;
- De heer S. Nasserie van IPTN;
- Ir. F.B. Mewenkang, Cultureel Attaché aan de Indonesische Ambassade;
- Dr. G. di Martino van CIRA, met medewerkers;
- Leden van het LHX-Super Team van McDonnell Douglas.

Excursies

Van de vele groepen die een excursie naar het NLR organiseerden, worden hieronder enkele genoemd:

- Internationale journalisten, in verband met "Supercomputing Europe '89", gehouden in de Jaarbeurs te Utrecht;
- De Werktuigkundige Studievereniging "Simon Stevin" van de TU-Eindhoven;
- De Fysisch-Mathematische Faculteitsvereniging (FMF) uit Groningen;
- De Vliegtuigbouwkundige Studievereniging "Leonardo da Vinci" van de TU-Delft;
- De Luchtmachtstafschool;
- Leden van de PvdA-fractie in de Tweede Kamer;
- Indonesische studenten van IPTN die studeren aan de TU-Delft;
- De studievereniging "Sipke Wynia" van de Hogeschool Haarlem;
- Franse studenten van het Institut Polytechnique des Sciences Appliquées (Dept. Aéronautique);
- Studenten van het KMBO uit Emmeloord;
- Leden van de Groepsondernemingsraad van Fokker;
- Leden van de Stichting OCIB (Opleiding Civiel Ingenieurs);
- Leden van de afdeling voor Defensietechnologie van het KIVI;
- Medewerkers in opleiding van de DLR uit Göttingen;
- Studenten van Technische Universität Berlin;
- Leden van Probus (Professional and Business Men Club).

Tentoonstellingen

Het NLR was vertegenwoordigd op de tentoonstellingen tijdens onderstaande evenementen:

- De Airborne Remote Sensing Dag in hangaar 8 op Schiphol-Oost;
- "Supercomputing Europe '89" in de Jaarbeurs te Utrecht;
- Het symposium "Composite Materials in Aircraft Engineering", bij de Hogeschool Haarlem;
- De officiële ingebruikname van het nieuwe kantoor van de Rijksluchtvaartdienst te Hoofddorp;
- "Cape 89", gehouden in de RAI te Amsterdam;
- Het symposium "Mathematical Theory of Networks and Systems", bij de V.U. te Amsterdam;
- De Paris Airshow op Le Bourget, waar het NLR door middel van dia's en videofilm haar activiteiten toonde op de stand van de NAG (Netherlands Aerospace Group);
- De "Industry to industry defense co-operation conference and exhibition", georganiseerd door de Amerikaanse Kamer van Koophandel in het Congresgebouw te 's-Gravenhage;
- De themadag georganiseerd door de Stichting NIID, in 't Spant te Bussum;
- De viering van het 30-jarig bestaan van NERO-Drechtsteden, met een bijdrage geleverd aan "Rocket and Space 1989";
- De jaarlijkse Open Dag van de Koninklijke luchtmacht, dit keer op Volkel;
- Het NGL (Nederlands Genootschap voor Landmeetkunde)-congres in de Jaarbeurs te Utrecht.

Overige evenementen

- Gedurende drie dagen werd in Amsterdam een ATC-workshop gehouden.
- Ter gelegenheid van de vervroegde uittreding (VUT) van de heer Van Leeuwen, leider van de hoofdafdeling Constructies en Materialen werd in de Noordoostpolder een symposium "Materialentechnologie" georganiseerd.
- Ter gelegenheid van de aflevering van het 25.000ste Apollo computersysteem bood de Directie van Apollo-Nederland een met de computer ontworpen kunstwerk aan. De heer B.M. Spee, algemeen directeur van het NLR, nam dit kunstwerk in ontvangst.
- Het "15th European Rotorcraft Forum 1989" werd georganiseerd in de RAI te Amsterdam. Een groot aantal NLR-medewerkers was nauw betrokken bij de organisatie. Er was een expositie op helikoptergebied en er vonden twee excursies plaats, waarbij in de NLR-vestiging Noordoostpolder het "Grasshoppers" demonstratie-team van de Koninklijke luchtmacht optrad.
- In de NLR-vestiging Noordoostpolder vond de eindpresentatie plaats van de elektro-optische sensor CAESAR voor aardobservatie; het geheel werd feestelijk opgeluisterd.
- Met medewerking van het NLR organiseerde NEC een "Supercomputer Seminar" in de vestiging Noordoostpolder.
- De NLR-vestiging NOP was gastheer van de contactgroep "Turbulentie" tijdens haar jaarlijkse vergadering.



Tijdens de bijeenkomst van de kring voor Remote Sensing op 24 januari 1989 onderhield de minister van Onderwijs en Wetenschappen, drs. W.J. Deetman (tweede van links), zich met dr. A.W.B. Kalshoven (links), dr.ir. B.M. Spee (tweede van rechts) en prof.dr.ir. O.H. Gerlach.



De burgemeester van Amsterdam, drs. E. van Thijn, in de stuurhut van de Vluchtnabootser.



Ir. M. Kuilman (rechts) en de heer E.J. Nederkoorn, leden van de Raad van Bestuur van de N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek Fokker, bekijken een proef bij de hoofdafdeling Constructies en Materialen.



Prof.dr.ing. B.J. Habibie, minister van Research en Technologie van Indonesië, geflankeerd door dr.ir. B.M. Spee, algemeen directeur van het NLR (links) en Dr.-Ing. H.U. Meier, directeur van de DNW.

8 WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR

Inleiding	De Wetenschappelijke Commissie bracht in het verslagjaar aan het bestuur onder meer adviezen uit over: – Het "Overzicht 1988, Eigen speurwerk en Apparatuurontwikkeling NLR, Opdrachten van algemene aard NIVR"; – Het "Werkplan voor 1990, waarin opgenomen de plannen voor de "Werkzaamheden in eigen beheer, in de jaren 1990 t/m 1994". 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	Nadat in 1987 prof.dr. J. Borgman zijn lidmaatschap van de Wetenschappelijke Commissie beëindigde, aanvaardde prof.dr. T. de Jong, verbonden aan het Sterrenkundig Instituut "Anton Pannekoek" van de Universiteit van Amsterdam op 20 maart 1989 het lidmaatschap van de Wetenschappelijke Commissie. Het bestuur is prof. De Jong daarvoor zeer erkentelijk. 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, <i>voorzitter</i> Prof.ir. C.J. Hoogendoorn Prof.ir. P. Jongenburger Prof.dr. T. de Jong Prof.dr.ir. J.A. Steketee Ir. P.G. Vermeulen, <i>secretaris</i>
Subcommissie voor Aërodynamica	Prof.dr.ir. J.A. Steketee, <i>voorzitter</i> 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, <i>voorzitter</i> 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
Subcommissie voor Sterkte en Materialen	Prof.dr.ir. J.F. Besseling, <i>voorzitter</i> 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
KTZT 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
H.N. Themmen
Ir. H. Tigchelaar

Tot slot van deze informatie over de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR volgt het letterlijk citaat van de slotbeschouwing uit het jaarverslag 1989 van de Wetenschappelijke Commissie:

"In 1989 werd aan de Wetenschappelijke Commissie wederom een groot aantal rapporten voorgelegd teneinde te worden beoordeeld op hun geschiktheid voor publicatie. Uit het positieve oordeel daarover kan de conclusie worden getrokken dat het NLR ook 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, en daarmee bijdraagt aan de vorming van een basis voor internationale opdrachten en samenwerkingsverbanden.

De Wetenschappelijke Commissie kan instemmen met het voor 1990 opgestelde Werkplan. Hoewel de Commissie reeds bij herhaling heeft gewezen op het teruglopen van de financiële middelen voor het Eigen Speurwerk, kan zij er niet omheen dit nogmaals met klem onder de aandacht te brengen.

Het NLR heeft zijn internationale positie steeds 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 onderzoeksfaciliteiten, die op hun terrein tot de beste ter wereld behoorden. Beide zaken staan onder druk en geven aanleiding te pleiten voor een groter budget voor Eigen Speurwerk en snellere en hogere investeringen in apparatuur, waarbij met name de Hoge Snelheids Windtunnel (HST) aandacht verdient.

Vanwege het belang dat het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) voor de toekomstige ontwikkeling van de huidige of geheel nieuwe vliegtuigprojecten heeft, acht de Commissie het zeer gewenst dat dit programma hervat wordt, al was het maar om een goede basis voor internationale technologische samenwerkingsprojecten te behouden.

De Commissie is zeer verheugd over de relatief grote inspanning die het NLR zal gaan verrichten in het BRITE/EURAM "Aeronautics"-programma. Dit draagt er zeker toe bij, dat het NLR zijn aansluiting in Europees verband kan verstevigen.

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

9 INTERNATIONALE SAMENWERKING

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. 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, worden 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 82 geeft een indruk van de AGARD-organisatie.

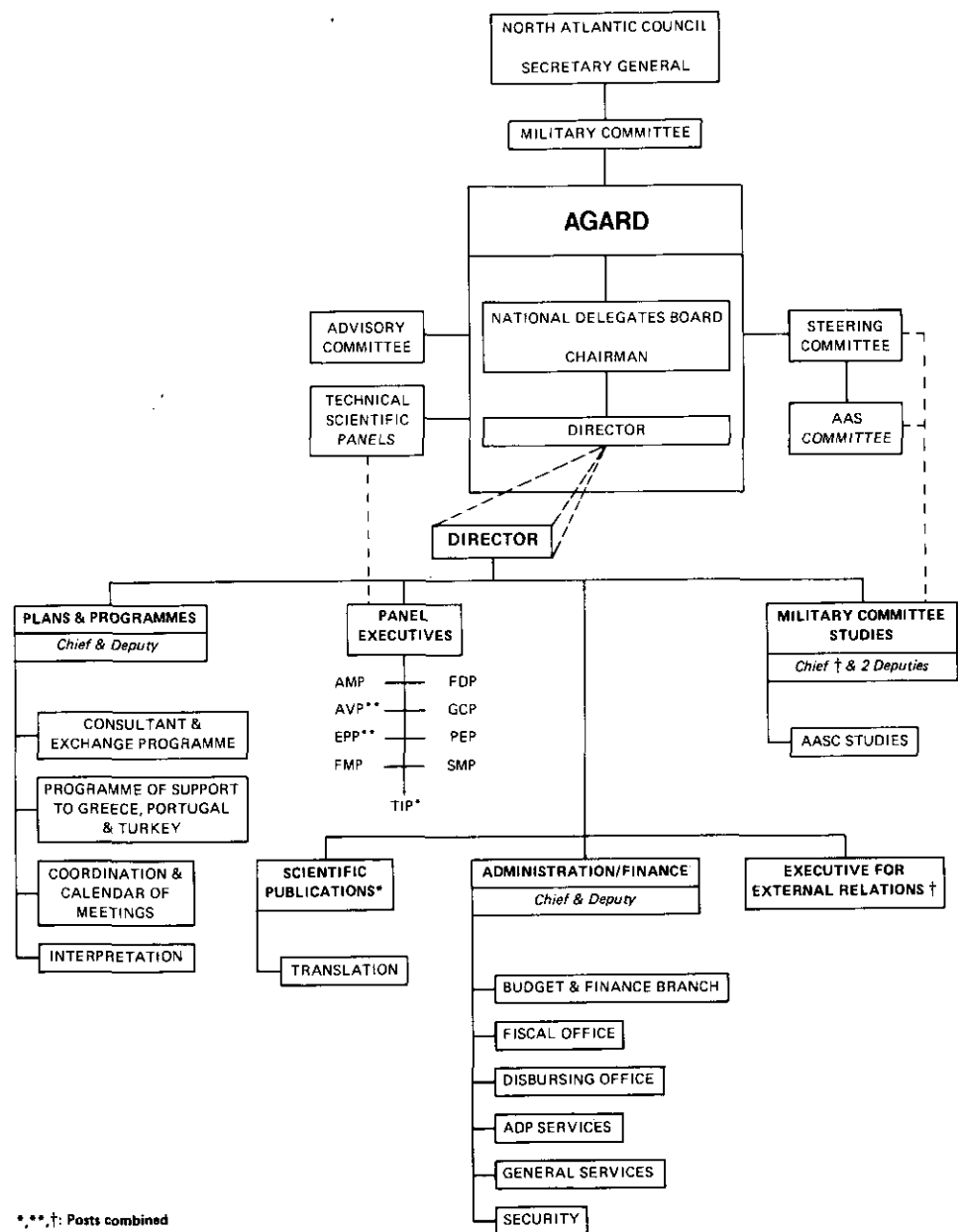
Terwijl de staf in Parijs verantwoordelijk is voor de dagelijkse gang van zaken, is het beleidsbepalende orgaan van deze organisatie de "National Delegates Board". De Nationaal Gedelegeerden vergaderen tweemaal per jaar, waarbij de voorjaarsvergadering in principe in Parijs plaatsvindt en de najaarsvergadering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

Deelname van Nederland in AGARD

De Nederlandse deelname in AGARD bestaat uit twee Nationaal Gedelegeerden, een Nationaal Coördinator en 24 Panelleden.

Daarnaast wordt op dit moment de functie van directeur AGARD in Parijs vervuld door de voormalige algemeen directeur van het NLR, ir. J.A. van der Blik.

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.



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

In de loop van het jaar 1989 hebben zich de volgende mutaties in de samenstelling van de Nederlandse afvaardiging in de AGARD-organisatie voorgedaan.

Panelleden

Ontheffing: Ir. G.M. Breas, TDCK
 Ir. J.P.K. Vleghert, NLR
 Dr.ir. H.P. van Leeuwen, NLR
 Cdre Vliegerarts H.H.M. van den Biggelaar, DDMGC (†)
 Benoemd: Mw. ir. C.E.W. Looije, NLR
 Ir. B.H.A. Zijlstra, TDCK (tijdelijk)

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
Avionics Panel (AVP)	Prof.ir. D. Bosman, TU-Twente (Fac. 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
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. B.H.A. Zijlstra, TDCK (tijdelijk)
AGARD-bijeenkomsten	Tijdens de voorjaarsvergadering in Parijs werd het technische programma van het lopende jaar (1989) in beschouwing genomen en de basis voor het programma voor 1990 vastgelegd. Tevens werden de richtlijnen voor het programma voor 1991 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 1989 is deze onderscheiding toegekend aan dr. Orlick Rückemann (Canada). Tijdens de najaarsvergadering in Ankara werd het programma voor 1990 vastgelegd. Tevens werd uitvoerig gediscussieerd over het onderwerp "AGARD – the challenges of the 1990s". Op initiatief van de directeur van AGARD is dit onderwerp op de agenda geplaatst, gelet op de ontwikkelingen in de relaties USA-USSR, NATO-WP en de Europese integratie. De vraag is, wat de gevolgen kunnen zijn van deze ontwikkelingen voor AGARD. Besloten werd dat een te benoemen ad-hoc groep van deskundigen die al langere tijd in de AGARD-organisatie actief zijn, AGARD over dit onderwerp zal adviseren. Voor Nederland is prof.dr.ir. O.H. Gerlach verzocht tot deze groep toe te treden. In 1989 zijn in totaal 43 technische bijeenkomsten en technische cursussen georganiseerd, waarvan er vier in Nederland hebben plaatsgehad, en wel: AVP – 57^e Panel vergadering/symposium "High resolution air- and spaceborne radar" 's-Gravenhage, 8-12 mei 1989

AVP – Lecture Series
"System Engineering"
Delft, 22-23 mei 1989

AMP – Lecture Series
"Human Performance assessment methods"
Soesterberg, 12-13 juni 1989

GCP – Lecture Series
"Kalman filter integration of modern guidance and navigation systems"
Delft, 26-27 juni 1989

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 (Istanbul Technical University) over het onderwerp "Computational Fluid Dynamics".

Voorts is door dr. Norman F. Knight van NASA Langley een Consultant Mission bij NLR, Fokker en TU-Delft uitgevoerd over het onderwerp "Large scale finite element computations and the use of supercomputers".

Een andere Consultant Mission in Nederland is verricht door dr. Peter Stehlin bij het NLR over het onderwerp "Expert systems in structural analysis".

Studies ten behoeve van
het Militair Comité
van de NAVO

In 1989 zijn de navolgende Aerospace Applications Studies in uitvoering genomen:
AAS-31 Defences against directed energy (laser) weapons;
AAS-32 Concepts for attacking and neutralising Warsaw Pact airborne surveillance/early warning systems.

AGARD-Publikaties

Een overzicht van alle in 1989 verschenen AGARD-publikaties wordt met vermelding van samenvattingen van de inhoud opgenomen in het AGARD Bulletin 90-1, dat in het eerste kwartaal van 1990 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 ir. H.N. Wolleswinkel op 1 mei drs. C.A. Stants in het bestuur opvolgde.

Uitmo 1989 waren de bestuursleden (benoemd door het NLR):

Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR), <i>vice-voorzitter</i>
Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)
Ir. H.N. Wolleswinkel	(V&W)
M.G. Geschiere Lt.gen.KLu b.d.	(EZ)

De bestuursleden benoemd door DLR, waren:

Dr.rer.publ. J. Blum	(DLR), <i>voorzitter</i>
Dr.-Ing. O. Lawaczek	(DLR)
Dr.-Ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dipl.-Ing. K.H. Heilmann	(BMVg)

De secretaris van het DNW-bestuur, de heer N. Dreifürst, werd op 1 augustus opgevolgd door Dipl.Kfm. K. Hamacher.

Vergaderingen van het bestuur

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

Adviescommissie

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

Dipl.-Ing. H. Max	(Dornier), <i>voorzitter</i>
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)

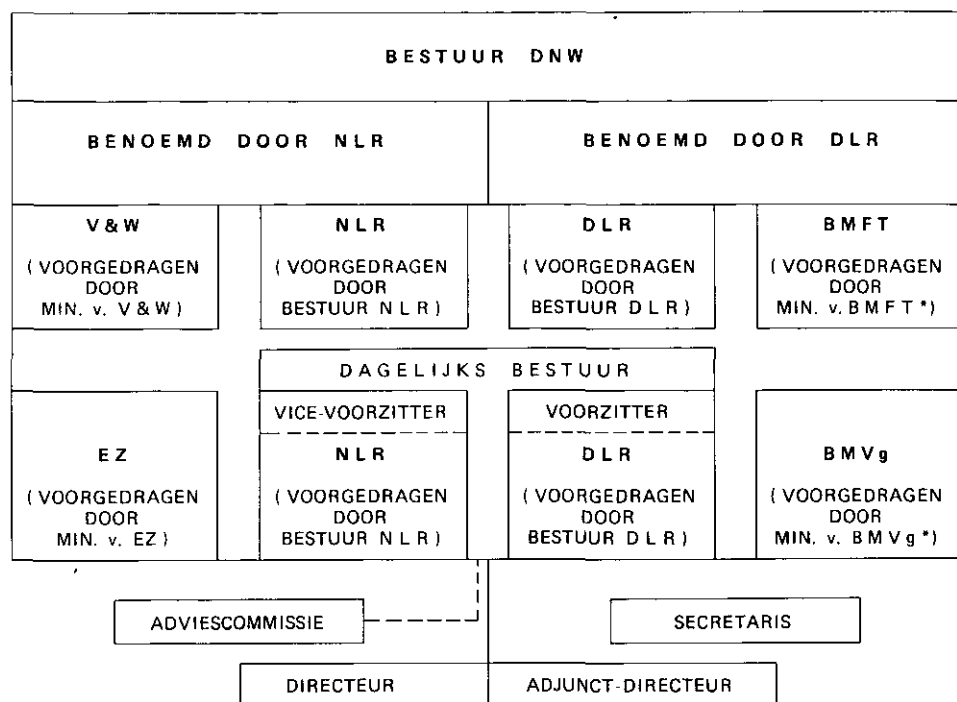
Ir. J.C.A. van Ditshuizen trad op als secretaris.

Directie

De Directie van de DNW bestaat uit:
Dr.-Ing. H.U. Meier
Ir. A.H. Runge

Activiteiten

In 1989 bedroeg de bezetting met opdrachten 206 shifts (1 shift = 8 uur bezetting).
De luchtvaart-gerelateerde opdrachten (177 shifts) namen ten opzichte van voorgaande jaren sterk toe. Deze opdrachten hadden onder meer betrekking op de ontwikkeling van de Airbus A-340 en een Airbus transportvliegtuig voor de Hermes space shuttle. Voorts werden aëro-akoestische metingen uitgevoerd aan helikopter-rotoren en propellers, met het oog op de emissie en mogelijke reductie van geluid. Voor een Duitse opdrachtgever werden metingen uitgevoerd aan FALKE-1, een vrije-vluchtmodel van de Space Shuttle "Orbiter" van de NASA, als voorloper van soortgelijke proeven voor het Europese ruimtevoertuig Hermès.
Het aantal opdrachten van fabrikanten van personenauto's en vrachtauto's nam, zoals de verwachting was, af. Dit is vooral het gevolg van het grote aantal windtunnels dat door de autofabrikanten recent is gebouwd. De DNW wordt derhalve in de toekomst door deze groep klanten vooral gebruikt voor onderzoek aan vrachtwagens en voor speciale metingen zoals akoestisch onderzoek en stromingsvisualisatie.



*) BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technologie
 BMVg: Bundesministerium für Verteidigung

Organisatieschema van de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel (DNW)

9.3 INTERNATIONALE SAMENWERKING IN ETW-VERBAND

In januari 1978 ondertekenden de regeringen van Frankrijk, Nederland, het Verenigd Koninkrijk en de Bondsrepubliek 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 die fase kon worden aangevangen.

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 Supervisory Board ETW was per 1 januari 1990 als volgt samengesteld:

<i>Frankrijk</i>	IGA A. Queinec	(Defensie)*)
	IGA G. Dorey	(ONERA)
	ICA G. Delalande	(Transport, Civil Aviation Dept.)
<i>Bondsrepubliek Duitsland</i>	Dr.-Ing. H. Hertrich	(BMFT)
	Dr.rer.publ. J. Blum	(DLR)
	Dr. O. Lawaczeck	(DLR)
<i>Verenigd Koninkrijk</i>	Dr. G.T. Coleman	(DTI)
	Dr. Ch. Miller	(MOD/RAE)
<i>Nederland</i>	Ir. H.N. Wolleswinkel	(V&W)
	Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR)
	Dr.ir. B.M. Spee	(NLR)

*) Kort na het einde van het verslagjaar overleed de heer A. Queinec.

Als voorzitter fungeerde dr.ir. B.M. Spee; secretaris was de heer U. Walter. Per 1 januari 1990 werd het voorzitterschap overgenomen door Dr.rer.publ. J. Blum.

Mr. E. Folkers was voorzitter van een adviescommissie belast met het uitbrengen van adviezen aan de Supervisory Board met betrekking tot juridische en administratieve aangelegenheden.

Vergaderingen van de
Supervisory Board ETW

De Board vergaderde vijfmaal in 1989.

Directie

De Directie van de ETW was per 1 januari 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 1989 was 67% van de contracten voor de bouw van de ETW verleend. Bij de gunning van de contracten wordt, overeenkomstig de tekst van het "Memorandum van Overeenstemming", rekening gehouden met een "fair return" voor de vier deelnemende landen op basis van hun bijdrage aan het ETW-project.

Per 31 december 1989 bedroeg de voortgang van het project 12%, iets minder dan de planning aangaf. De verwachting is dat deze geringe achterstand de einddatum voor de bouw niet in gevaar brengt.

Op 15 mei 1990 zal officieel de eerste steen worden gelegd. De Nederlandse minister van Verkeer en Waterstaat, mevrouw J.R.H. Majj-Weggen zal daarbij aanwezig zijn.

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 ruime mogelijkheden op het gebied van onderzoek, 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 meer directe onderlinge samenwerking in de vorm van ECARE (European Co-operation of Aerospace Research Establishments) naast die op het terrein van planning en uitvoering van pre-competitieve research zoals die in GARTEUR wordt uitgevoerd.

Binnen ECARE zouden meer beleidsmatige aspecten aan de orde moeten komen. Om de mogelijkheden daartoe nader te onderzoeken en daaraan vorm te geven is door de GARTEUR-Council een werkgroep van verschillende landen opgericht, onder voorzitterschap van Nederland (prof.ir. F.J. Abbink). Hoewel bij het afsluiten van het jaar 1989 nog geen concrete beslissingen zijn genomen, tekent zich wel een verdergaande samenwerking af tussen de luchtvaartlaboratoria (RAE, ONERA, DLR, NLR).

Parallel hieraan is de discussie gaande of, en op welke wijze nieuwe partners tot GARTEUR kunnen toetreden. Met name gaat het dan om de landen Zweden, Spanje en Italië. Interessant in dit verband is te vermelden, dat op werkniveau in de EG de luchtvaartlaboratoria uit de zeven West-Europese landen samenwerken om plannen te formuleren voor toekomstige, door de EG gefinancierde luchtvaartprogramma's.

De verwachting is, dat in 1990 over deze aspecten nadere beslissingen in GARTEUR-verband zullen worden genomen.

Samenstelling van de
GARTEUR-Council
Frankrijk

Bondsrepubliek Duitsland

Verenigd Koninkrijk

Nederland

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

IGA A. Queinec*)	(Defensie) – voorzitter GARTEUR-Council
ICA G. Delalande	(Transport Civil Aviation Dept.)
ICA X. de Maistre	(STPA)
IGA A. Journeau	(ONERA)
ICA P. Kleinknecht**)	(Defensie)
Dr. H. Strub	(BMFT)
Dr.-ing. H. Hertrich	(BMFT)
Dr. B. Geier	(BMVg)
Prof.dr. F. Thomas	(DLR)
Dr. W.K.O. Pfeiffer**)	(DLR)
Mr. F.W. Armstrong	(RAE)
Dr. G.T. Coleman	(DTI)
Dr. G. Pocock**)	(RAE)
Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	(NLR)
Ir. L. Sombroek	(NLR)
Prof.ir. F.J. Abbink**)	(NLR)

*) Kort na het einde van het verslagjaar overleed de heer A. Queinec.

**) Lid van het "Executive Committee" van GARTEUR.

Per 1 januari 1990 wordt het voorzitterschap door Nederland vervuld in de persoon van prof.dr.ir. O.H. Gerlach.

Secretaris van de GARTEUR-Council is dr. Alan C. Han.

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"** Prof.ir. J.W. Slooff (NLR)
- **"Flight Mechanics Group"** Ir. J.T.M. van Doorn (NLR)
- **"Structures and Materials Group"** Dr.ir. H.P. van Leeuwen/Dr.ir. G. Bartelds (NLR)
- **"Helicopter Group"** Ir. H. Tellegen (NLR)

In de "Provisional Group of Responsables" voor "Propulsion Technology" werd Nederland vertegenwoordigd door ir. W.B. de Wolf (NLR).

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

- "Model Support interference in Large Low-Speed Windtunnels" Ir. C.J.J. Joosen (NLR-DNW)
- "Experimental investigation of the Turbulent Shear Layers of a Swept Wing" Dr.ir. B. van den Berg
- "High Lift (Phase II)" Dr.ir. B. van den Berg (NLR, *voorzitter*)
Ir. D.J. Laan (Fokker)
- "Flow Computation for Advanced Propellers" Ir. R. Houwink (NLR)
- "Computation of 2D Navier Stokes equations" Dr.ir. F.J. Brandsma (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*)
Ir. J.A.J. van Engelen (NLR)
- "Aircraft Mathematical Modelling from Flight Test Data" 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 zeven "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)
Ir. R. van der Velden (Fokker)
- "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. P.V. Kandachar (Fokker)
Ir. H. Boekhol (Fokker)
Ir. W.G.J. 't Hart (NLR, *voorzitter*)
- "Improved Composite Materials" Dr.ir. J. Laméris (NLR)
- "Damage Mechanics for Composite Materials" Ir. A.A. ten Have (NLR)
- "Mechanically Fastened Composite Joints" Ir. P. Minderhoud (Fokker)
- "Refinement of Structural Dynamics Computational Models" Ir. H.H. Ottens (NLR)

Onder de **"Helicopters Group"** was Nederland vertegenwoordigd in:

- "Helicopter Fuselage/Rotor Interaction Aerodynamics" Ir. A.C. de Bruin (NLR)

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

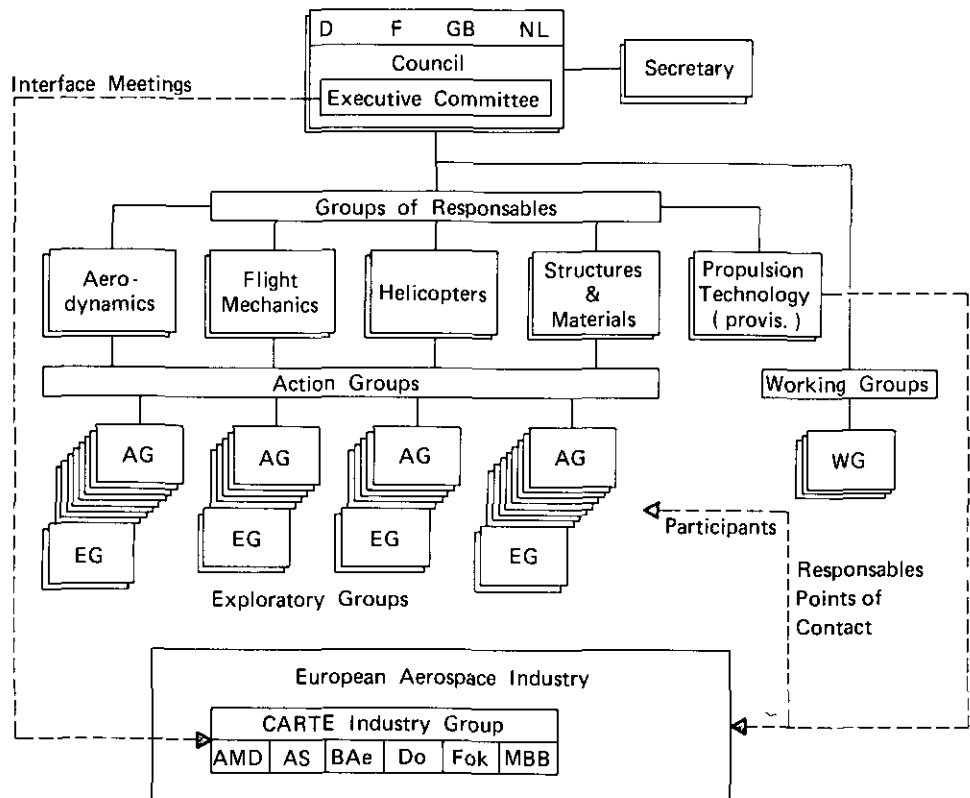
Evenals in voorgaande jaren kreeg het overleg over de GARTEUR-activiteiten met de industrieën in de aangesloten landen veel aandacht. De "CARTE Industry Group" ("Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe"), waarin de industrieën van de aangesloten landen samenwerken, vergaderde met het "Executive Committee" eenmaal in 1989.

Op de diverse onderzoekgebieden treden vertegenwoordigers van de industrie op als "Point of Contact" met GARTEUR. Voor de Nederlandse industrie fungeerden als zodanig:

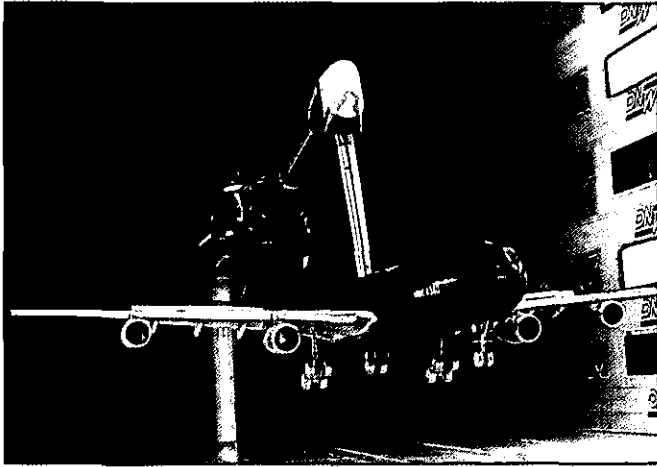
- Ir. A. Kwakernaak (Fokker) voor "Structures and Materials";
- Prof.ir. E. Obert (Fokker) voor "Aerodynamics" en "Flight Mechanics".

GARTEUR GROUP FOR AERONAUTICAL RESEARCH AND TECHNOLOGY IN EUROPE

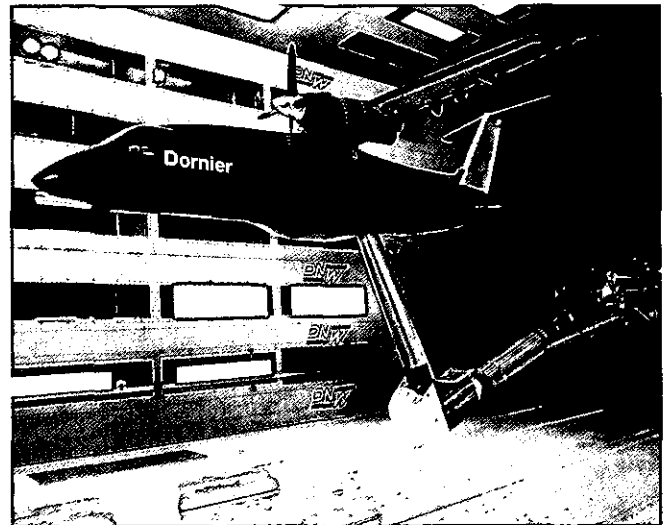
FRANCE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY THE NETHERLANDS UNITED KINGDOM



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



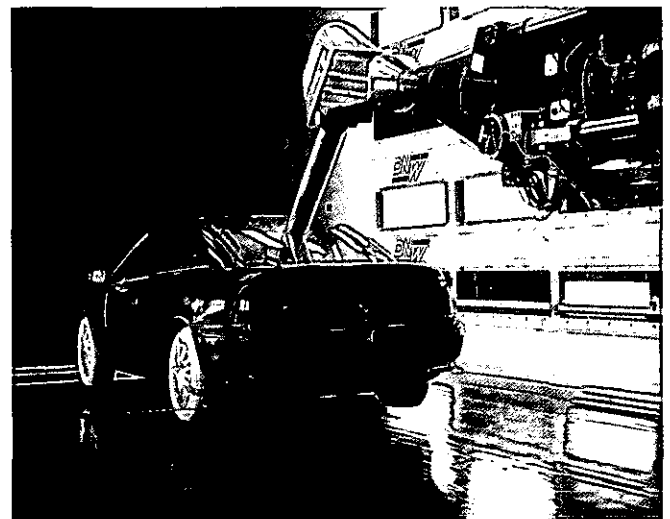
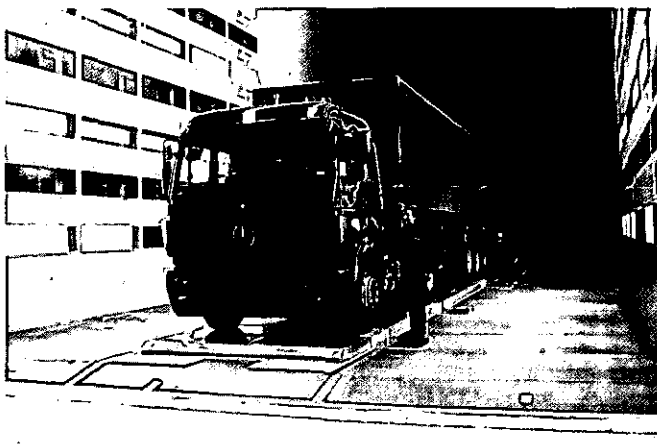
Model van de Airbus Industrie A 340, op schaal 1:10,6.



Model van de Dornier 328, op schaal 1:4,2.



Het team van US Army AFDD, NASA, Sikorsky, UTRC en Westland bij de opstelling voor metingen van rotorgeluid voor de Sikorsky NH-60.



Een Opel Calibra boven de Moving Belt Ground Plane.

Een vrachtwagen met oplegger van Daimler Benz in de meetplaats met een doorsnede van 9,5 m x 9,5 m.

9.5 SAMENWERKING MET INDONESIË IN HET KADER VAN 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".
Jaarlijkse plenaire vergadering	Op 18 januari werd bij IPTN Nusantara Aircraft Industries te Bandung de jaarlijkse plenaire vergadering gehouden. Naast prof.dr.ir. O.H. Gerlach maakten onder meer drs. C.A. Stants en dr.ir. B.M. Spee deel uit van de Nederlandse delegatie. In verband met een eerder geconstateerde vertraging bij de uitvoering van het project in vergelijking met de oorspronkelijke planning, werd door de nationale projectcoördinatoren voorgesteld het project met twee jaren te verlengen. Dit voorstel werd door de Governing Group overgenomen, waarna door de vertegenwoordiger van de Nederlandse overheid een projectevaluatie werd aangekondigd, uit te voeren in de loop van 1989.
Projectevaluatie	Van 29 juli tot 11 augustus werd het ISARD-project in Indonesië geëvalueerd door een gemengde Indonesisch-Nederlandse Evaluatiecommissie. De Nederlandse vertegenwoordiging daarin, bestaande uit prof.dr.ir. P.J. Zandbergen (UT), prof.dr.ir. H. Tijdsman (UT) en dr.ir. R. Roos (NIVR) stond onder leiding van eerstgenoemde. De Nederlandse leden van het evaluatieteam hebben op 4 september het evaluatierapport aangeboden aan het Ministerie van Buitenlandse Zaken. In het begeleidend schrijven hebben zij voorts de volgende aanbevelingen gedaan: – het verlengen van het totale ondersteuningsprogramma met één jaar tot 1 oktober 1991, in afwijking van de aanbeveling in het rapport, indien aan de voorwaarde wordt voldaan dat er een tweede vervolgproject komt; – het opstarten van een gezamenlijk researchprogramma op 1 oktober 1991; – het initiëren van een nieuw ondersteuningsprogramma voor de TH-Bandung, dat de periode 1991 tot 1996 zou moeten omvatten. Aan het einde van de verslagperiode was de officiële reactie van het Ministerie op de inhoud van het rapport nog niet ontvangen.
Voortgang ISARD-activiteiten <i>Algemeen</i>	In 1989 werd een redelijke voortgang geboekt ten opzichte van het herziene tijd-activiteiten-plan. Dit plan en de bijbehorende begroting geven overigens een aanmerkelijke vertraging te zien in vergelijking met de oorspronkelijke doelstellingen zoals vermeld in het werkplan. Hoewel hieromtrent nog geen formeel uitsluitsel werd ontvangen, werden het activiteitenplan en de begroting voor het jaar 1990 gebaseerd op de aanbevelingen van de Evaluatiecommissie met betrekking tot verlenging van het project.
Ondersteuning ILST-operaties	De begeleiding en verdere opleiding van het Indonesische tunnelpersoneel werd met succes voortgezet. Als gevolg van verschuivingen in de planning door onverwacht veel contractueel werk voor IPTN (N-250 project) ontstond enige vertraging in de uitvoering van de ISARD-activiteiten. Het plotselinge overlijden van de heer Bastaman, hoofd tunnel operaties, betekende een onherstelbaar verlies voor het LAGG-team. De permanente aanwezigheid van ir. R. Ross in Indonesië was een grote steun voor het gehele project, in het bijzonder voor een goed verloop van de ILST-ondersteuning.

Ondersteuning ITB	Een groot aantal activiteiten werd in overeenstemming met de herziene planning uitgevoerd. De samenwerking met het ITB ondervond in toenemende mate hinder van zeer ernstige personeels-capaciteits- en organisatieproblemen aan Indonesische zijde.
Inauguratie LAGG/ILST	Op 11 december 1989 werd de ILST, te zamen met een viertal andere laboratoria van het PUSPIPTEK-centrum te Serpong, door President Soeharto officieel in gebruik gesteld. De Nederlandse regering was hierbij namens de minister voor Ontwikkelingssamenwerking vertegenwoordigd door drs. S.J. Kramer, terwijl mevrouw drs. N. Smit-Kroes aanwezig was op persoonlijke uitnodiging van de minister voor Research en Technologie, prof.dr.ir. B.J. Habibie. Professor Gerlach vertegenwoordigde het Nederlandse deel van de ISARD-projectorganisatie. Tijdens een gesprek met minister Habibie op 4 december overhandigde hij symbolisch een geschenk van het NLR, bestaande uit een belangrijke materiële bijdrage voor de LAGG-bibliotheek.
Bezoek minister Habibie	Kort nadat de Indonesische minister voor Research en Technologie, prof.dr.ir. J. Habibie, tijdens de luchtvaartshow op "Le Bourget" formeel het N-250 vliegtuig (turbo-prop voor circa 50 passagiers) aankondigde, bracht hij medio juli 1989 een officieel bezoek aan Nederland. Hierbij werd een kort bezoek gebracht aan de vestiging van het NLR in de Noordoostpolder.
Verdere samenwerking met Indonesië	De bovengenoemde activiteiten in Indonesië hebben ertoe bijgedragen dat goede contacten zijn ontstaan tussen het NLR en IPTN. Ook de samenwerking tussen de TU-Delft en de TH-Bandung is verstevigd. Mogelijkheden voor verdergaande samenwerking met Indonesië worden onderzocht.

BIJLAGE 1 – PUBLIKATIES

In het verslagjaar zijn 423 rapporten verschenen, met inbegrip van de niet voor publikatie bestemde rapporten, ijkings- en keuringsrapporten. De onderstaande rapporten werden vrijgegeven voor publikatie.

NLR TR 87103 U	Approximate confidence regions for the parameters of three software reliability models. G. Moek
NLR TR 87115 U	Predesign for flow visualizer. Project: flow graphics. Work package: visualizer for 3D flow-calculation results. Issue 2. F.A. Buijsen, A. Kassies, J.W. Boerstoei
NLR TR 88011 U	Advanced Grating-Methods for in-plane surface deformation measurements. G.J. de Jong
NLR TR 88027 U	Development of proof-of-concept knowledge bases assistant for trouble shooting the Fokker 100 airconditioning system. K. Loeve
NLR TR 88036 U	Static and fatigue strength of an adhesive bonded CFRP butt-strap joint: the effects of stacking sequence and temperature. W. van der Hoeven
NLR TR 88038 U	Experimental investigations of rotor/stator interaction noise generation. Acoustic mode measurements. T. Zandbergen
NLR TR 88047 U	Corrosion properties of Al-Li-Cu-Mg-Zr sheet materials. L. Schra, J.A.M. Boogers
NLR TR 88063 U	WP4b Compressible flow simulation based on the Navier-Stokes Equations (ISNaS). Pre-design of the ISNaS compressible flow simulator. F.J. Brandsma, M.E.S. Vogels, J. van der Vooren, I.G.M. Kuerten
NLR TR 88071 U	SAMID, an interactive system for aircraft drag minimization studies. Mathematical models and methods. R.F. van den Dam
NLR TR 88072 U	Evaluation of measured-boundary-conditions methods for 3D subsonic wall interferences. Th.E. Labrugi�re, R.A. Maarsingh, J. Smith
NLR TR 88079 U	Residual strength and fatigue crack growth properties of Al-Li-Cu-Mg-Zr sheet material. L. Schra, W.G.J. 't Hart
NLR TR 88081 U	VISIAN: A viscous-inviscid strong-interaction analysis system. A.E.P. Veldman, J.P.F. Lindhout, E. de Boer
NLR TR 88086 U	On fictitious joints modelling of manipulator link flexibility for the HERA Simulation Facility Pilot. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 88097 U	Meetfouten bij intensiteitsmetingen, toegepast op de bepaling van geluidsisolatie. H.M.M. van der Wal

NLR TR 88103 U	Requirements grid generation for the ISNaS compressible flow solver. M.E.S. Vogels
NLR TR 88104 U	Requirements for the ISNaS compressible flow resolver. M.E.S. Vogels
NLR TR 88109 U	The non-linear analysis part of B2000. A. de Boer, E. Riks
NLR TR 88115 U	Determination of the resin content in DSC prepreg samples using thermal analysis techniques. W. van der Hoeven
NLR TR 88135 U	A reference model for the dynamics of a flexible, spacecraft-based manipulator. P.Th.L.M. van Woerkom
NLR TR 88139 U	Report 88-25 (Reviewed) TUD faculty of technical mathematics and informatics heuristic reasoning. N. Roos
NLR TR 88140 U	Closure properties of the compositional rule of inference. J. Hellendoorn
NLR TR 88141 U	The NLR contribution to the AGARD round-robin on short crack growth. R.J.H. Wanhill, L. Schra
NLR TR 88142 U	Synthesis of local control for a robotic manipulator joint. P.Th.L.M. van Woerkom, G.J.J. Steenman
NLR TR 88148 U	Evaluation of the applicability of Helmholtz resonators for low frequency acoustic liners. H.M.M. van der Wal
NLR TR 88150 U	The B2000 linear buckling processor. E. Riks, S. Merazzi, A. de Boer
NLR TR 88151 U	Probleemdefinities en kritieke eisen van het KADAM-project (Knowledge-based Assistant for Diagnosis in Aircraft Maintenance). M.A. Piers
NLR TR 88155 U	Improvement of classification results from a satellite imagery using context information from topographic maps. F.B. van der Laan, P.G. Meijer
NLR TR 88157 U	Development of a multi-component internal strain-gauge balance for model tests in a cryogenic windtunnel. J.F. Baljeu
NLR TR 88160 U	Information system for flow simulation based on the Navier-Stokes equations (ISNaS). MEBAS introductory guide. J.J. Schuurman
NLR TR 88167 U	Information system for flow simulation based on the Navier-Stokes equations (ISNaS). MEBAS user guide. J.J. Schuurman
NLR TR 88168 U	Information system for flow simulation based on the Navier-Stokes equations (ISNaS). MEBAS technical concept document. J.J. Schuurman
NLR TR 88174 U	The generation of a random process with a spectrum with fractional power. R. Noback

- NLR TR 88178 U Boundary layer effects in unsteady pressure measurements with tubes.
R.G. den Boer
- NLR TR 88192 U COLAS program generator and program generator generator.
J.J.P. van Hulzen
- NLR MP 88011 U Calculation methods for three-dimensional boundary layers.
(*Bijdrage aan het tijdschrift "Progress in aerospace sciences", Vol. 25, Nr. 2, 1988*).
D.A. Humphreys, J.P.F. Lindhout
- NLR MP 88013 U Numerical grid generation in 3D Euler-flow simulation.
(*Paper presented at the "Conference on Numerical Methods for Fluid Dynamics", Oxford, United Kingdom, March 21 – 24, 1988*).
J.W. Boerstael
- NLR MP 88014 U Definition and design of an operational environment-monitoring system.
(*Paper presented at the "Spie's 1988 Technical Symposium on Optics, Electro-Optics and Sensors, Orlando, Florida, USA, April 4 – 8, 1988*).
J.C. Venema, H.A. van Ingen Schenau
- NLR MP 88018 U S.D.G., P.S.D. and the nonlinear airplane.
(*Paper presented at the Gust Specialists Research Workshop, Williamsburg, VA, USA, April 21, 1988*).
R. Noback
- NLR MP 88019 U The international vortex flow experiment.
(*Paper presented at the AGARD Fluid Dynamics Panel Symposium on "Validation of Computational Fluid Dynamics", Lisbon, Portugal, May 5, 1988*).
A. Eisenaar, L. Hjelmberg (FFA), K. Bütefisch (DFVLR), W.J. Bannink (TUD)
- NLR MP 88020 U Improvement of classification results of satellite imagery using context information from a topographic map.
(*Paper prepared for presentation on the "Conference of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)", Kyoto, Japan, July 1988*).
F.B. van der Laan
- NLR MP 88021 U Mogelijkheden van het gecombineerd gebruik van satellietgegevens met topografische kaarten voor manueel/visueel en digitale actualisatie van landgebruik.
(*Artikel voorbereid voor plaatsing in het kartografisch tijdschrift, augustus 1988*).
F.B. van der Laan
- NLR MP 88022 U Aircraft drag prediction for transonic potential flow.
(*Paper prepared for presentation at the AGARD Symposium "Validation of Computational Fluid Dynamics", Lisbon, Portugal, May 2 – 5, 1988*).
J. van der Vooren
- NLR MP 88023 U Statische en damage tolerance beproeving van Fokker 100 stabilo.
(*Voordracht gehouden op het NVvL/VSV-symposium: "Certificatie van vliegtuigen", Delft, 29 april 1988*).
H. Vlieger
- NLR MP 88024 U Numerical accuracy assesment.
(*Paper presented at the "AGARD 26nd Meeting of the Fluid Dynamics Panel Symposium on Validation of Computational Fluid Dynamics", Lisbon, Portugal, May 2 – 5, 1988*).
J.W. Boerstael
- NLR MP 88025 U A sensor for high-quality two-phase flow.
(*Presented in the Thermophysics and Thermochemistry Session of the 16th International symposium on Space Technology and Science, Sapporo, Japan, May 22 – 27, 1988*).
A.A.M. Delil

- NLR MP 88026 U Damage tolerance and engineering properties of aluminium-lithium alloys.
(Paper prepared for presentation on the 16th ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences) Congress, Jerusalem, Israel, 28 aug. – 2 sept. 1988).
W.G.J. 't Hart, L. Schra, R.J.H. Wanhill
- NLR MP 88027 U Stator vane response due to the impingement of the wake of an unloaded rotor.
(Paper presented at the AIAA/ASME/ASME/SAE 24th Joint Propulsion Conference, Boston, USA, July 11 – 14, 1988).
T. Zandbergen
- NLR MP 88028 U Fractographic and microstructural analysis of fatigue crack growth in a Ti-6Al-4V fan disc forging.
(Contribution to the "AGARD coordinated programme on Engine Disc Materials (TX 114)").
R.J.H. Wanhill, R. Galato, C.E.W. Looije
- NLR MP 88029 U Wisper: A standardized fatigue load sequence for HAWT-blades.
(Presented at the 1988 ECWEC Conference, Herning, Denmark, June 6 – 10, 1988).
A.A. ten Have
- NLR MP 88030 U Updating land-use information on topographic maps using satellite imagery: combining the advantages of two accessible sources of geographic information.
(Paper presented at the IGARSS'88 conference "Remote Sensing – moving towards the 21st century", Edinburgh, Scotland, September 12 – 16, 1988).
F.B. van der Laan, P.G. Meijer
- NLR MP 88031 U Comparison of LDA and LTA application for propeller tests in wind tunnels.
(Presented at the "AIAA/ASME/ASME/SAE 24th Joint Propulsion Conference" and the "4th International Symposium on Applications of Laser Anemetry to Fluid Mechanics", Boston, USA, July 1988 and Lisbon, Portugal, July 1988).
J.W. Kooi, J.H.M. Gooden
- NLR MP 88032 U Selection of a laser anemometer technique for propeller tests in wind tunnels.
(Presented at the "AIAA/ASME/ASME/SAE 24th Joint Propulsion Conference" and the "4th International Symposium on Applications of Laser Anemetry to Fluid Mechanics", Boston, USA, July 1988 and Lisbon, Portugal, July 1988).
J.W. Kooi, J.H.M. Gooden
- NLR MP 88033 U Experimental study on vortex and shock wave development on a 65 deg delta wing.
(Paper presented at the IUTAM Symposium Transsonicum III, DFVLR-AVA, Göttingen, W.Germany, May 24 – 27, 1988).
A. Elsenaar, K.A. Bütefisch (DFVLR)
- NLR MP 88034 U MRVS, a system for measuring, recording and processing flight test data.
J.T.M. van Doorn, P.J.H.M. Manders, O. van Teunenbroek, G. Pascoe, H. Riebeek, A. Voskes
- NLR MP 88035 U Flight simulations on MLS-guided interception procedures and curved approach path parameters.
(Paper prepared for presentation on the "16th ICAS Congress", Jerusalem, Israel, August 28 – September 2, 1988).
L.J.J. Erkelens
- NLR MP 88036 U Phase II flight simulator mathematical model and data package based on flight test and simulation techniques.
(Paper prepared for presentation on the "16th ICAS Congress", Jerusalem, Israel, August 28 – September 2, 1988).
A.M.H. Nieuwpoort, J.H. Breeman
- NLR MP 88037 U Informatica-aspecten van omvangrijke stromingsberekeningen op de SX-2 supercomputer.
(Voordracht gehouden tijdens het NLR-WGS Symposium "Rekenen op de SX-2", 3 juni 1988).
A. Kassies

NLR MP 88038 U	The measurement of linear and angular displacements in prototype aircraft – Instrumentation, calibration and operational accuracy. <i>(Paper presented at the "Society of Flight Test Engineers 19th Annual Symposium", Arlington, Texas, USA, August 15 – 17, 1988).</i> S. Storm van Leeuwen
NLR MP 88039 U	Development and applications of an avionics testbed. <i>(Paper presented at the "8th Digital Avionics Systems Conference", San José, California, USA, October 17 – 20, 1988).</i> J. Brüggen
NLR MP 88041 U	Numerical simulation of the flow about a wing with leading-edge vortex flow. <i>(Presented at the "11th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics", Williamsburg, USA, June 27 – July 1, 1988).</i> J.M.J.W. Jacobs, H.W.M. Hoeijmakers, J.I. van den Berg, J.W. Boerstoeel
NLR MP 88042 U	Application of matrix correction methods on a plate and a truss structure. <i>(Paper prepared for presentation on the "StruCoMe 88 Conference", Paris, France, 2 – 4 November 1988).</i> A. de Boer, H.H. Ottens, B.W. Kooi, J.J. Wijker (FSS)
NLR MP 88043 U	Present and future developments of the NLR moving base research flight simulator. <i>(Paper presented at the "AIAA Flight Simulation Technologies Conference", Atlanta, Georgia, USA, September 7 – 9, 1988).</i> C.J. Jansen
NLR MP 88044 U	Results of a flight simulator experiment to establish handling quality guidelines for the design of future transport aircraft. <i>(Paper prepared for presentation on the AIAA Flight Mechanics Conference, Minneapolis, USA, August 15 – 17, 1988).</i> J.A.J. van Engelen
NLR MP 88045 U	Coatings for gas turbine compressors. <i>(Paper presented at the conference "Materials Developments in Turbo-Machinery Design", Cambridge, United Kingdom, September 12 – 14, 1988).</i> H.J. Kolkman
NLR MP 88046 U	Datacommunicatie: standaardprodukten of eigen ontwikkeling. <i>(Voordracht gehouden tijdens de Telecommunicatie Netwerk Week georganiseerd door Computable Informatica Seminars, RAI, Amsterdam, 16 – 20 mei 1988)</i> W.J.M. Nelis
NLR MP 88047 U	Construction of an Ethernet model with the PROMISE simulation tool. <i>(Presented at the "SCS Summer Computer Simulation Conference", Seattle, Washington, USA, July 25 – 28, 1988).</i> G. Wedzinga
NLR MP 88048 U	Application of the PROMISE package for simulation of discrete systems. <i>(Presented at the "1988 User 1 Conference", Oostende, België, 6 – 8 september 1988).</i> M.P.J. Cornelissen, G. Wedzinga
NLR MP 88049 U	Mechanical properties and fracture toughness of 8090-T651 plate and 2091 and 8090 sheet. <i>(Paper presented at the "AGARD Specialists Meeting on New Light Alloys", Mierlo, 3 – 5 oktober 1988).</i> W.G.J. 't Hart, L. Schra, D.S. McDarmaid, M. Peters
NLR MP 88050 U	Corrosion fatigue crack arrest in aluminium alloys. <i>(Paper prepared for presentation on the ASTM Symposium on Evaluation and Techniques in Fractography, Atlanta, USA, November 1988).</i> R.J.H. Wanhill, L. Schra

- NLR MP 88051 U Hoge temperatuur onderzoek bij het NLR.
(*Bijdrage voor het themanummer over keramische en vuurvaste materialen van het maandblad "Materialen"*).
C.E.W. Looije
- NLR MP 88052 U Computation of viscous aerodynamic characteristics of 2-D airfoils for helicopter applications.
(*Presented at the 14th European Rotorcraft Forum, Milaan, Italy, September 20 – 23, 1988*).
R. Houwink, J.A. van Egmond, P.A. van Gelder
- NLR MP 88053 U Flight testing in The Netherlands, an overview.
(*Paper presented at the 73rd Symposium of the Flight Mechanics Panel of AGARD; "Flight Test Techniques", Edwards Air Force Base, USA, October 17 – 20, 1988*).
J.T.M. van Doorn, R.L. van der Velde
- NLR MP 88054 U A European collaborative investigation of the three dimensional turbulent shear layers of a swept wing.
(*Paper presented at the AGARD Symposium "Fluid Dynamics of Three-dimensional Turbulent Shear Flows and Transition", Cesme, Turkey, October 3 – 6, 1988*).
B. van den Berg
- NLR MP 88055 U Numerical interactive grid generation for 3D-flow calculations.
(*Presented at the "Second International Conference on Numerical Grid Generation in Computational Fluid Dynamics", Miami Beach, USA, December 5 – 8, 1988*).
J.M.J.W. Jacobs, A. Kassies, J.W. Boerstool, F.A. Buijsen, J.C. Kuijvenhoven
- NLR MP 88056 U Bayesian multi-sensor tracking for advanced air-traffic control systems.
(*Bijdrage voor het Guidance and Control Panel, AGARDograph AG-301 on Computation, Prediction and Control of Aircraft Trajectories*).
H.A.P. Blom, R.A. Hogendoorn, F.J. van Schaik
- NLR MP 88057 U Short and long fatigue crack growth in 2024-T3 under Fokker 100 spectrum loading.
(*Integraal opgenomen in een AGARD-publikatie*).
R.J.H. Wanhill, L. Schra
- NLR MP 88058 U Aerodynamic measurements on a 1/5 scale model of the Fokker 50 propeller and comparison with theoretical predictions.
(*Paper presented at the Royal Aeronautical Society Conference on "Advanced Propellers and Their Installation", Cranfield U.K., September 26 – 27, 1988*).
J.W. Kooi, W.B. de Wolf
- NLR MP 88059 U Development of a sensor for high-quality two-phase flow.
(*Proceedings of the 3rd European Symposium on Space Thermal Control & Life Support Systems, Noordwijk, The Netherlands, October 3 – 6, 1988*).
A.A.M. Delil, J.F. Heemskerck
- NLR MP 88060 U Free-surface flow calculations on an Eulerian grid.
(*Paper presented at the 7th International Conference on Finite Element Methods in Flow Problems, Huntsville, Atlanta, USA, April 3 – 7, 1989*).
A.E.P. Veldman, M.E.S. Vogels
- NLR MP 88061 U VISTRAFS: A simulation method for strongly-interacting viscous transonic flow.
(*Paper prepared for presentation on the 4th Symposium on Numerical and Physical Aspects of Aerodynamic Flow, Long Beach, USA, January 16 – 19, 1989*).
A.E.P. Veldman, J.P.F. Lindhout, E. de Boer, M.A.M. Somers
- NLR MP 88062 U Interferentie en besturing in NEXT 2.0.
(*Publikatie ter gelegenheid van de Conferentie AI Toepassingen '88 Conferentie, georganiseerd door de Nederlandse Vereniging voor Kunstmatige Intelligentie en de Werkgroep Expertsystemen (NGI/KIVI), 's-Gravenhage, 14 – 16 november 1988*).
P.J. Kat

- NLR MP 88063 U Integrated automation for support of research and development.
(Paper presented at the "NEC Supercomputer Users Conference", Tokyo, Japan, November 10 – 11, 1988).
W. Loeve
- NLR MP 88064 U ARTEMIS environmental monitoring of the African continent; first results.
(Voordracht gehouden tijdens zevende METEOSAT Scientific Users Meeting, Madrid, Spanje, 27 – 30 september 1988).
H.A. van Ingen Schenau, J.C. Venema, J. Spaa, J.U. Hielkema (FAO)
- NLR MP 88065 U ARTEMIS systems overview and presentation of ARTEMIS products.
(Paper presented at the ICT/FAO Seminar "Integrated Use of the ARTEMIS Remote Sensing System for Environmental and Agricultural Monitoring in Semi-Arid Regions", ITC-Enschede, 14 – 25 november 1988).
H.A. van Ingen Schenau, J.C. Venema, J. Spaa, J.U. Hielkema (FAO)
- NLR MP 88066 U Mobile satellite communications for civil aviation.
(Voordracht gehouden op het symposium over Future Navigation, Communication and Surveillance Systems, Schiphol Centrum, 1 december 1988).
T.H.M. Hagenberg
- NLR MP 88068 U Characterization of inspection performance.
(Paper presented at the 12th World Conference on Non-Destructive Testing, Amsterdam, 23 – 28 april 1989).
J.H. Heida
- NLR MP 88070 U A preference logic for non-monotonic reasoning.
(Bijdrage voor de proceedings van de 11e International Conference on Artificial Intelligence (1989)).
N. Roos
- NLR MP 88071 U Fuzzy logic and the generalised modus penens.
(Bijdrage voor het tijdschrift "International Journal of Approximate Reasoning").
J. Hellendoorn
- NLR MP 88072 U The role of computational fluid dynamics in missile aerodynamics.
(Voordracht gehouden tijdens de "Missile Aerodynamics Conference" van 31 oktober – 2 november 1988, opgedragen aan Dr. Jack N. Nielsen ter gelegenheid van zijn 70e verjaardag).
H.W.M. Hoeijmakers
- NLR TP 89004 U Correction for wall interference in a solid-wall wind tunnel using sparse measured boundary conditions.
Th.E. Labrujère
- NLR TP 89005 U Experimental validation of a lifting surface model for rotor wake/stator interaction.
(Paper prepared for the 12th Aeronautics Conference of the AIAA, San Antonio, USA, April 10 – 12, 1989).
J.B.H.M. Schulten
- NLR TP 89006 U A lifting line model for propeller noise.
H.H. Brouwer
- NLR TP 89008 U Delamination growth in improved carbon composites under constant amplitude fatigue loading.
W.G.J. 't Hart, R.H.W.M. Frijns
- NLR TP 89009 U Satellite navigation in civil aviation.
N. van Driel
- NLR TP 89014 U Time-reversion of a hybrid state stochastic difference system.
(Paper prepared for presentation on the 1989 IEEE International Conference on Control and Applications (ICCON89)).
H.A.P. Blom, Y. Bar-Shalom

NLR TP 89016 U	Definition of P.S.D.-design loads for nonlinear aircraft. R. Noback
NLR TP 89021 U	Damage tolerance and durability evaluation of aluminium-lithium alloys. R.J.H. Wanhill, L. Schra, W.G.J. 't Hart
NLR TP 89024 U	Results of MLS procedural interception flight trials performed at Manchester airport. M.F.C. van Gool, P.J. Hoogeboom
NLR TP 89025 U	Development of ISNaS; An information system for flow simulator in design. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). M.E.S. Vogels, W. Loeve
NLR TP 89026 U	Validation of digital simulation methods in CAE. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). M.A.M. Somers, J. van der Vooren
NLR TP 89027 U	Method management for the benefit of large software packages for analysis in CAE. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). J.J. Schuurman, J.H. Meelker, A. Kassies
NLR TP 89028 U	Data management for simulation in CAE. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). F.J. Heerema, H. Steenbergen
NLR TP 89029 U	Computer graphics for fluid flow analysis in CAE. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). F.A. Buijsen, A. Kassies
NLR TP 89030 U	Development environment for digital manipulator simulators. (Voordracht gehouden tijdens het "Cape Nederland '89" congres, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989). A.A. ten Dam, H. de Jong
NLR TP 89031 U	Onderzoek naar toepasbaarheid van kennistechnologie. (Paper presented at the "Conference on Computer Applications in Production and Engineering" (Cape Nederland '89), Amsterdam, May 9 – 11, 1989). P.J. Kat, S.R. van de Brink (APT Nederland B.V.)
NLR TP 89032 U	Damage tolerance properties of new carbon composites. (Presentatie gehouden op het AIM/ASM-Europe Symposium "Evaluation of advanced materials", Milaan, Italië, May 31 – June 2, 1989). W.G.J. 't Hart, R.H.W.M. Frijns
NLR TP 89041 U	A roe-type scheme for chemically reacting flow in thermal equilibrium. (Artikel voorbereid voor plaatsing in het Journal of Computational Physics). S.P. Spekreyse
NLR TP 89043 U	Bayesian track initiation by time-reversion of trajectory models. (Paper presented at the 1989 International Conference on Control and Applications, ICCON89, Jerusalem, Israel, April 3 – 6, 1989). R.A. Hogendoorn, H.A.P. Blom

- NLR TP 89046 U Experimental investigation of rotor wake/stator interaction noise generator by acoustic mode measurements.
(Voordracht gehouden tijdens de 12e Aeroacoustics Conference van de AIAA, San Antonio, USA, 10 – 12 april 1989).
T. Zandbergen
- NLR TP 89068 U Het informaticabeleid van het NLR – uitgave 1989 –.
W. Loeve
- NLR TP 89084 U A general simulation environment for guided weapon analysis.
(Paper presented at the 1989 Summer Computer Simulation Conference: A general simulation environment for guided weapon analysis).
M.P.J. Cornelissen, H.B.M. Ellenbroek, H. Kuiper
- NLR TP 89085 U Thermal shock and oxidation resistance of ceramic coatings.
(Paper presented at the AGARD Specialists Meeting on High Temperature Surface Interactions, Ottawa, Canada, April 1989).
J.A.M. Boogers, R.J.H. Wanhill, H.J.C. Hersbach
- NLR TP 89127 U Two-phase heat transport system for spacecraft scaling with respect to gravity.
(Paper presented at the 19th Intersociety Conference on Environmental Systems, San Diego, USA, July 24 – 27, 1989).
A.A.M. Delil
- NLR TP 89130 U The use of MEBAS in creating a simulation environment for compression and encryption.
F.L.G. Kordes, J.J. Schuurman
- NLR TP 89169 U Method base system and executive, tools for management and execution of software systems for CAE.
(Paper presented at the 3rd international conference on Computer Applications in Production and Engineering CAPE '89, Tokyo, Japan, October 2 – 5, 1989).
J.J. Schuurman, W. Loeve

BIJLAGE 2 – BIJDRAGEN AAN CONGRESSEN EN CURSUSSEN

Ir. R. Hagmeijer, LARVE, a hypersonic flight test facility launched by Ariane 4, DGLR-Fachaus-schuss-sitzung "Versuchs- und Messtechnik im Hyperschall", Göttingen, W.-Duitsland, 2 maart 1989

Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers, Computational Fluid Dynamics, AGARD Consultant Mission to the Faculty of Aeronautics and Astronautics of Istanbul Technical University, Istanbul, Turkije, 13 – 17 maart 1989

Ir. T. Zandbergen, Experimental investigation of rotor wake/stator interaction noise generation by acoustic mode measurements, AIAA 12th Aeroacoustics Conference, San Antonio, Texas, V.S., 10 – 12 april 1989

Dr. F.J. Brandsma, A system for transonic wing design with geometric constraints based on an inverse method, co-auteur: ir. J.M.J. Fray, AGARD Specialists' Meeting on Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization, Loen, Noorwegen, 22 – 23 mei 1989

Ing. J.A. van Egmond, Numerical optimization of target pressure distributions for subsonic and transonic airfoil design, AGARD Specialists' Meeting on Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization, Loen, Noorwegen, 22 – 23 mei 1989

Ir. A.C. de Bruin, The effect of a single cylindrical roughness element on boundary layer transition in a favourable pressure gradient, Third Symposium on Laminar Turbulent Transition/IUTAM, Toulouse, Frankrijk, 11 – 15 september 1989

Ir. J.M.J.W. Jacobs, Aspects of the application of an Euler equation method to the simulation of leading-edge vortex flow, co-auteur: dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers, Eighth GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Delft, 27 – 29 september 1989

Dr.ir. H.W.M. Hoeijmakers, Aspects of the development and application of panel methods, Second Workshop on Integral Equation Methods in Aerodynamics, East-Hartford, Conn., V.S., 5 oktober 1989

Ir. E. Willemsen, Windhinder: Meettechnieken in de windtunnel, Symposium Windhinder, Apeldoorn, 14 november 1989

Ir. H.J.G.C. Vodegel, Cursus helikopter vliegmechanica, Hogeschool Haarlem afdeling Vliegtuig-bouw, voorjaar 1989

Dr. F.J. van Schaik, Overzicht NLR Tracking Filter ontwikkelingen, Bijeenkomst CERT/CENA/EEC van Eurocontrol, Brétigny, Frankrijk, mei 1989

Ir. H.J.L. Vogelaar, Operational training in the RNLAf, RNLAf Ops Info Days, 1 – 2 juni 1989

Ir. J.M. ten Have, NLR ATC Research simulator NARSIM, Maritime Training Forum "Europe '89", Wageningen, 21 juni 1989

Dr. F.J. van Schaik, Jump Diffusion Tracking quality measures and mode of flight classification, ATC-workshop, Amsterdam (NLR), juni 1989

Ir. R. van de Leijgraaf, A measurement system for production flight tests of new aircraft, co-auteurs: drs. S. Storm van Leeuwen, ir. R. Udo en ing. W.A. van Dorp, 20th annual Symposium of the Society of Flight Test Engineers, Reno, Nevada, V.S., 16 – 22 september 1989

Ir. G.J. Alders, Training van gevechtsvliegers: de rol van simulatie, co-auteurs: ir. J. Th. M. van Doorn, ir. H.J.L. Vogelaar en ir. E.W. Pijpers, ISSC Symposium "Simulatie bij opleiding en oefening: wonderkind of zorgenkind", 's-Gravenhage, 18 oktober 1989

Ing. W.A. van Dorp, A measurement system for production flight tests of new aircraft, co-auteurs: drs. S. Storm van Leeuwen, ir. R. Udo en ir. R. van de Leijgraaf, International Conference on VME-bus in Industry "VITA", Parijs, Frankrijk, 20 – 22 november 1989

Ing. R. Fang, Helicopter-ship qualification testing, Aerodynamic Ship Interface Conference (US-Navy), Arlington, V.S., 30 november 1989

Ir. R. Noback, P.S.O.-Design loads for nonlinear systems, Gust specialists meeting, Mobile, Alabama, V.S. 6 april 1989

Ir. J.H. Heida, Characterization of inspection performance, 12th World Conference on Non-Destructive Testing, Amsterdam, 23 – 28 april 1989

Ir. J.H. Heida, In-service detection of impact damage in composite materials, 21st Conference of the International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), Jeruzalem, 18 – 24 juni 1989

Ir. J.B. de Jonge, Review of aeronautical fatigue investigations in The Netherlands during the period March 1987 – March 1989, 21st Conference of the International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), Jeruzalem, 18 – 24 juni 1989

Ir. J.B. de Jonge, Assessment of service load experience, 15th Symposium of the International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), Jeruzalem, Israel, 21 – 23 juni 1989

Ir. D.J. Spiekhout, Re-assessing the F-16 damage tolerance and durability life of the RNLAF F-16 aircraft, 15th Symposium of the International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), Jeruzalem, Israel, 21 – 23 juni 1989

Ir. W.J.A. Bonnee, Constant amplitude fatigue tests on pre-stressed bolted joints in glass-fibre reinforced polyester, 25th Anniversary Conference "Fatigue Analysis and Prevention", York, V.K. 7 – 9 september 1989

Ir. A.A. ten Have, Usage monitoring of military helicopters, American Helicopter Society Fatigue Methodology Conference, Scottsdale, Arizona, V.S., 3 – 5 oktober 1989

Ir. A.A. ten Have en ir. A.J.P. van der Wekken, Monitoring of operational usage of helicopters for structural durability and damage tolerance, NATO Defence Research Group Seminar "On the military use of helicopters and the defence against helicopters", 's-Gravenhage, 4 – 6 oktober 1989

Ir. J.B. de Jonge, Load experience variability of fighter aircraft, Australian Aeronautical Conference, Melbourne, Australië, 9 – 11 oktober 1989

Ir. J.B. de Jonge, Proof testing of pressure cabins, co-auteurs: ir. H. Vlieger en ir. A.U. de Koning, International Aging aircraft Conference, Baltimore, V.S., oktober 1989

Ir. J.B. de Jonge, Acquisition of usage and loads data for KSSV 747 aircraft from ACMS recording, International Aging aircraft Conference, Baltimore, V.S., oktober 1989

Ir. W.J.A. Bonnee, Examination of aircraft warning and caution lights after shock testing, co-auteur: dr.ir. H.J. Kolkman, International Symposium for Testing and Failure Analysis (ISTFA), Los Angeles, Californië, V.S., 6 – 10 november 1989

Ing. G.A. Kool, Het vernikkelen en hoogtemperatuursolderen van gasturbinematerialen, NIL-voorlichtingsdag "Ontwikkelingen in het hoogtemperatuursolderen, 's-Gravenhage, 28 november 1989

Ir. D.J. Spiekhout, RNLAf experiences with EPAF (European Participating Air Forces)-ASIP for F-16 aircraft, 1989 USAF Structural Integrity Program Conference, San Antonio, Texas, V.S., 5 – 7 december 1989

Ir. A.A.M. Delil, Development of a sensor for high quality two-phase flow, co-auteur: ir. J.F. Heemskerk, Eurotherm Seminar, Rome, Italië, 23 – 24 maart 1989

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg, SIC, a new career in (tele)science?, Annual Assembly of the European Low-gravity Association, Toulouse, Frankrijk, 29 – 31 maart 1989

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg, Some preliminary results with the Wet Satellite Model WSM, Microgravity Symposium Stichting Ruimteonderzoek Nederland, Zeist, 1 juni 1989

Ir. F.B. Visser, Presentation of the User Support Organization (USO) planning in the member states: The Netherlands, Columbus 5 Symposium on Space Station Utilization, Capri, Italië, 3 – 7 juli 1989

Ir. A.A.M. Delil, Two-phase heat transport systems for spacecraft scaling with respect to gravity, 19th Intersociety Conference on Environmental Systems, San Diego, V.S., 24 – 27 juli

Ir. A.A.M. Delil, Two-phase heat transport systems for spacecraft scaling with respect to gravity, 26th National Heat Transfer Conference, Philadelphia, V.S., 6 – 9 augustus 1989

Dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom, Equivalent flexibility modelling: a novel approach towards recursive simulation of flexible spacecraft-manipulator dynamics, Second European In-Orbit Operations Technical Symposium, Toulouse, 12 – 14 september 1989

Ir. J.J.M. Prins, The real-time Hermes robot arm simulator: HSF-P, co-auteurs: ir. P. Dieleman en drs. H. de Jong, Second European In-Orbit Operations Technical Symposium, Toulouse, 12 – 14 september 1989

Ir. P. Dieleman, The real-time Hermes robot arm manipulator HSFP, co-auteurs: ir. J.J.M. Prins, ir. M.J.H. Couwenberg en drs. H. de Jong, Second European In-Orbit Operations Technical Symposium, Toulouse, 12 – 14 september 1989

Dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom, Equivalent flexibility modelling: a novel approach towards recursive simulation of flexible spacecraft-manipulator dynamics, Second European In-Orbit Operations Technical Symposium, Toulouse, 12 – 14 september 1989

Ing. H.H.S. Noorbergen, Multitemporal analysis of a braiding river, 15th Annual Conference of the Remote Sensing Society "Remote sensing for operational applications", Bristol, V.K., 13 – 15 september 1989

Ir. W.J. Looijen, Remote sensing en landmeetkunde, 15e Congres van het Genootschap voor Landmeetkunde, Utrecht, 11 – 13 oktober 1989

Dr.ir. J.P.B. Vreeburg, Effects of low bond number liquid motions on spacecraft attitude, co-auteur: ir. R.F. van den Dam, AGARD FMP Space Vehicle Flight Mechanics Symposium, Luxemburg, 13 – 16 november 1989

Ir. J.J.M. Prins, Flexible space-based robot modelling and real-time simulation, co-auteurs: ir. P. Dieleman en dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom, AGARD FMP Space Vehicle Flight Mechanics Symposium, Luxemburg, 13 – 16 november 1989

Ir. P. Dieleman en dr.ir. P.Th.L.M. van Woerkom, Robot manipulator in de ruimte; aspecten van dynamica modellering en real-time simulatie, Colloquium Meten en Regelen, Eindhoven, 24 november 1989

Ir. J.C. Donker, Ervaringen met en aanpak van defensietechnologieprogramma's bij het NLR, EUCLID-proposal bijeenkomst over kennistechnologie voor boordsystemen in militaire vliegtuigen, München, 11 januari 1989

Ir. P.J. Kat, Design and development of knowledge-based systems at NLR, Gastcollege bij de TU-Delft, faculteit der Wiskunde en Informatica, 9 februari 1989

Ir. G.J. Hameetman, Supercomputing at NLR: NEC SX-2 capabilities in NLR's terminal and file transfer network, Supercomputing Europe '89, Utrecht, 21 – 23 februari 1989

Ir. R.A. Hogendoorn en ir. H.A.P. Blom, Bayesian track initiation by time reversion of trajectory models, 1989 IEEE International Conference on Control and Applications, Jeruzalem, 3 – 6 april 1989

N. Roos, Een preferentiële logica voor niet-monotoon redeneren, Tweede Nederlandse Artificial Intelligence Conferentie, Enschede, april 1989

J. Hellendoorn, Redeneren met inexactheid met behulp van de vage-verzamelingentheorie, Tweede Nederlandse Artificial Intelligence Conferentie, Enschede, april 1989

N. Roos, Een preferentiële logica voor niet-monotoon redeneren, Bijeenkomst van de Werkgroep "Niet-monotone logica's", Vrije Universiteit, Amsterdam, april 1989

Dr.ir. A.J. van der Wees, Impact of multi-grid smoothing analysis on three-dimensional potential flow calculations, 4th Copper Mountain Conference on Multigrid Methods, Copper Mountain, Colorado, V.S., 9 – 14 april 1989

Ir. J.J. Schuurman, J.H. Meelker en ing. A. Kassies, Method management for the benefit of large software packages for analysis in CAE, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Ing. H. Steenberg en ir. F.J. Heerema, Data management for simulations in CAE, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Ir. P.J. Kat en ir. S.R. van den Brink (APT Nederland BV), Onderzoek naar de toepasbaarheid van kennistechnologie, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Ir. M.E.S. Vogels en ir. W. Loeve, Development of ISNaS; an information system for flow simulation in design, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Drs. M.A.M. Somers en ir. J. van der Vooren, Validation of digital simulation methods in CAE, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Drs. F.A. Buijsen en ing. A. Kassies, Computer graphics for fluid flow analysis in CAE, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Drs. A.A. ten Dam en drs. H. de Jong, Development environment for digital manipulator simulators, CAPE 89, Amsterdam, 9 – 11 mei 1989

Ing. J.P.F. Lindhout en dr. A.E.P. Veldman (NLR) en P. Kotiuga, M. Peeters en S. Przybytkowsky (Pratt and Whitney Canada), Development of a robust calculation method for transonic viscous blade-to-blade flows, First Canadian Symposium on Aerospace Propulsion, Ottawa, Canada, 15 – 16 mei 1989

Ir. R.F. van den Dam, Constrained spanload optimization for minimum drag of multi-lifting-surface configurations, AGARD Specialist Meeting on Computational Methods for Aerodynamic Design (Inverse) and Optimization, Loen, Noorwegen, 22 – 23 mei 1989

Dr.ir. J.W. Boerstael, Design and testing of a multiblock grid-generation procedure for aircraft design and research, co-auteurs: Ir. J.M.J.W. Jacobs en ing. A. Kassies (NLR), en A. Amendola, R. Tognaccini en P.L. Vitagliano (AIT/GAT, Italy), 64th Meeting AGARD FDP Applications of Mesh Generation to Complex 3D Configurations, Loen, Noorwegen, 24 – 25 mei 1989

Ir. R.A. Hogendoorn en drs. F.L.G. Kordes, METEODEC/METEOCRYPT: a demonstration of data compression and encryption for operational remote sensing, 10th Symposium on Information and Communication Theory in the Benelux, Houthalen, België, 25 – 26 mei 1989

Dr. R.J.P. Groothuizen, drs. A.A. ten Dam en drs. H. de Jong, Development environment for digital simulation models of multibody systems, 4th ECMI Meeting on Industrial Mathematics, St. Wolfgang, Oostenrijk, 29 mei – 2 juni 1989

Dr.ir. H. Schippers, Calculation of unsteady transonic potential flow about oscillating airfoils, Seminar "Berechnungsverfahren für Strömungstechnik", Universiteit Stuttgart, Stuttgart, W.-Duitsland, 1 juni 1989

Ir. J.C. Donker, Kennissystemen voor technische toepassingen bij het NLR, Utrechts Colloquium voor Kunstmatige Intelligentie, Utrecht, 6 juni 1989

Ir. G.J. Hameetman, Een jaar ervaring met de NEC SX-2 supercomputer bij het NLR, NERG-lezingendag "Massief rekenen", 7 juni 1989

Ir. M.H.B.J. Versteeg, Transputers, parallel rekenen in embedded systemen ten behoeve van beeldcompressie voor ruimtevaarttoepassingen, NERG-lezingendag "Massief rekenen", 7 juni 1989

Dr.ir. H. Schippers (NLR) en dr. W.L. Wendland (Universiteit Stuttgart), Modal analysis of plates using boundary integral equations, ESA Workshop on Modal Representation of Flexible Structures by Continuum Methods, Noordwijk, 16 – 17 juni 1989

Ir. M.P.J. Cornelissen, drs. H.B.M. Ellenbroek en ing. H. Kuiper, A general simulation environment for guided weapon analysis, 1989 Summer Computer Simulation Conference, Austin, Texas, V.S., 24 – 27 juli 1989

Dr.ir. H. Schippers, Modelling of transonic flow around the NLR 7301 airfoil, co-auteurs: drs. J.I. van den Berg en drs. M.A.M. Somers, Arbeitstreffen "Mathematische Grundlagen und Numerische Analysis", Hirschegg, W.-Duitsland, 27 augustus – 2 september 1989

Dr.ir. H. Schippers, Modelling of boundary conditions in unsteady transonic potential flow, Arbeitstreffen "Mathematische Grundlagen und Numerische Analysis", Hirschegg, W.-Duitsland, 27 augustus – 2 september 1989

Ir. G. Wedzinga, Validation experiments with an Ethernet model using the simulation tool "PROMISE", 1989 European Simulation Congress, Edinburg, V.K., 4 – 8 september 1989

Drs. J.I. van den Berg, Development and validation of characteristic boundary conditions for cell-centered Euler flow calculations, co-auteur: dr.ir. J.W. Boerstool, 8th GAMM Conference on Numerical methods in Fluid Dynamics, Delft, september 1989

Dr.ir. H. Schippers, Application of a reduced basis method in structural analysis, co-auteur: M. Koolstra, NATO Advanced Research Workshop Continuation and Bifurcations: Numerical Techniques and Applications, Leuven, België, 18 – 22 september 1989

Ir. J.L. Kuyvenhoven (Fokker Aircraft BV) en dr.ir. J.W. Boerstool, 3D Euler flows around modern aircraft, 8th GAMM Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Delft, september 1989

Ing. T.P. Zijssling, Studies naar toepassingen van kennissystemen in een technische (ontwerp-) omgeving, CIAD-bijeenkomst, Petten, 20 september 1989

Dr.ir. S.P. Spekreijse en ir. R. Hagmeijer, Derivation of a Roe scheme for an N-species chemically reacting gas in thermal equilibrium, 8th GAMM Conference on Numerical methods in Fluid Dynamics, Delft, september 1989

Ir. W. Loeve, De aanpak van VSU3D, Bijeenkomst van CIRA, ONERA en NLR teneinde Euroviz in Garteau in te brengen, Capua, Italië, 14 – 16 september 1989

Drs. F.A. Buijsen, Demonstratie van de prestaties van het VISU3D-pakket, VKI Lecture Series "Computer Graphics and Flow Visualization in Computational Fluid Dynamics", Brussel, 12 – 29 september 1989

Ir. W. Loeve en ir. J.J. Schuurman, Method base system and executive, tools for management and execution of software systems for CAE, CAPE International '89, Tokio, 2 – 5 oktober 1989

Ir. M.E.S. Vogels en ir. W. Loeve, Development of ISNaS: an information system for flow simulation in design, CAPE International '89, Tokio, 2 – 5 oktober 1989

Ing. J.P.F. Lindhout, Calculations using BOLA on 3D turbulent boundary layers, Workshop on Numerical Simulation of Unsteady Flows, Transition to Turbulence and Combustion, ERCOFTAC (European Research Community on Flow, Turbulence and Combustion), Lausanne, Zwitserland, 9 – 13 oktober 1989

Ir. J.B.J. van Baal en ing. M.A. Piers, Veiligheid in de luchtvaart: recente ontwikkelingen en technieken, Symposium "Bedrijfsveiligheid: zorg voor de toekomst", Delft, 18 oktober 1989

Ing. F. Klinker, ir. O.B.M. Pietersen en drs. N. van Driel, Accuracy of Navstar GPS for an F-16 A/B equipped with a null-steering antenna, Symposium "Tactical Applications of Space Systems", AGARD-AVP, Colorado Springs, V.S., 15 – 20 oktober 1989

Ir. J.C. Donker, Knowledge systems, 5th Annual Conference European Women's Management Development Network, Amsterdam (NLR), 25 oktober 1989

Dr. A.A.C. Klaasse, Networking at NLR, 5th Annual Conference European Women's Management Development Network, Amsterdam (NLR), 25 oktober 1989

BIJLAGE 3 – VERKLARING VAN EEN AANTAL VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AGARD	Advisory Group for Aerospace Research and Development (NAVO)	EVD	Economische Voorlichtings Dienst
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	EZ	Ministerie van Economische Zaken
AMC	Amsterdams Medisch Centrum	FAA	Federal Aviation Administration
APT	ATT en Philips Telecommunicatie	FAO	Food and Agriculture Organization
ARA	Aircraft Research Association	FFA	Aeronautical Research Institute of Sweden
ARALL	ARamide Aluminium Laminate	FSS	Fokker Space & Systems
ATC	Air Traffic Control	GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in Europe
BCRS	Beleidscommissie Remote Sensing	GPS	Global Positioning System
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie	HSA	Hollandse Signaalapparaten B.V.
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung	HSFP	Hera Simulation Facility Pilot
BRITE	Basic Research in Industrial Technologies for Europe	HST	Hoge-Snelheids Tunnel
CAD	Computer-Aided Design	ICAO	International Civil Aviation Organization
CAE	Canadian Aviation Electronics	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
CAE	Computer-Aided Engineering	IEPG	Independent European Programme Group
CAESAR	CCD Airborne Experimental Scanner for Applications in Remote Sensing	ILST	Indonesische Lage-Snelheidstunnel
CAM	Computer-Aided Manufacturing	IPTN	Nusantara Aircraft Industries (Bandung)
CARTE	Collaboration on Aeronautical Research and Technology in Europe	ISARD	Integrated Support for Aeronautical Research and Development
CCD	Charge-Coupled Device	ITB	Institut Teknologi Bandung (Indonesië)
CIM	Computer Integrated Manufacturing	JAR	Joint Airworthiness Regulations
CIRA	Centro Italiano Ricerche Aerospaziale	KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt	KLu	Koninklijke luchtmacht
DNW	Duits-Nederlandse Windtunnel	KM	Koninklijke marine
DVSV	Dataverwerkingsstation Vliegproeven	KMA	Koninklijke Militaire Academie
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
EDIPAS	Engineering Data Interactive Presentation and Analysis System	KNVvL	Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart
EG	Europese Gemeenschappen	KSSU	KLM, SAS, Swissair, UTA
EFIS	Electronic Flight Instrument System	LAGG	Aero-Gas Dynamics and Vibration Laboratory
ERS	ESA Remote-Sensing Satellite	LAMF/ETSIA	Laboratorio de Aerodinamica de la Escuela Technica Superior de Ingenieros Aeronauticos (Madrid)
ESA	European Space Agency	LST	Lage-Snelheids Tunnel
ESOC	European Space Operations Centre	MBB	Messerschmitt-Bölkow-Blohm
ESA-IRS	ESA Information Retrieval Service	MLS	Microwave Landing System
ESPRIT	European Strategic Programme for Research and Development	MRVS	Meet-, Registratie- en Verwerkingssysteem
ESTEC	European Space Research and Technology Centre	NAG	Netherlands Aerospace Group
ETW	Europese Transsone Windtunnel	NASA	National Aeronautics and Space Administration
EURAM	European Research on Advanced Materials	NAVO	Noord-Atlantische VerdragsOrganisatie
Eurocontrol	European Organization for the Safety of Air Navigation	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 Ruimtetehnologieprogramma
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
PUSPIPTK	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
SIBAS	Samenwerkende Instellingen t.b.v. Beleids-Analytische Studies
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



NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY NLR

The Netherlands

Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM
Postbus 90502, 1006 BM AMSTERDAM
Tel. (020) 511 31 13 – Telex 11118 (nlraa nl)
Fax (020) 17 80 24